

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1903

N°

43

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le mercredi 12 juillet 1905, à 1 heure

PAR

Philippe ROCHE

LES PRÉCURSEURS DE PASTEUR

HISTOIRE DES FERMENTATIONS

Président : M. DÉJERINE, Professeur.

Juges : MM. {
BLANCHARD, Professeur.
TEISSIER, Agrégé.
RICHAUD, Agrégé.

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical

PARIS

LIBRAIRIE MÉDICALE ET SCIENTIFIQUE

JULES ROUSSET

1, RUE CASIMIR-DELAVIGNE ET 12, RUE MONSIEUR-LE-PRINCE
(anciennement 36, rue Serpente.)

1905

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen Professeurs.....

Anatomie
Physiologie.....
Physique médicale.....
Chimie organique et chimie minérale.....
Histoire naturelle médicale.....
Pathologie et thérapeutique générales.....
Pathologie médicale.....
Pathologie chirurgicale.....
Anatomie pathologique.....
Histologie.....
Opérations et appareils.....
Pharmacologie et matière médicale.....
Thérapeutique.....
Hygiène.....
Médecine légale.....
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....
Pathologie expérimentale et comparée.....

Clinique médicale.....

Maladies des Enfants.....
Clinique de pathol. mentale et des malad. de l'encéphale.....
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....
Clinique des maladies du système nerveux.....

Clinique chirurgicale.....

Clinique ophtalmologique.....
Clinique des maladies des voies urinaires.....
Clinique d'accouchements.....
Clinique gynécologique.....
Clinique chirurgicale infantile.....

M. DEBOVE.
MM
POIRIER.
CH. RICHET.
GARIEL.
GAUTIER.
BLANCHARD.
BOUCHARD
HUTINEL
BRISAUD
LANNELONGUE.
CORNIL.
MATHIAS DUVAL.
RECLUS.
POUCHET.
GILBERT
CHANTEMESSE.
BROUARDEL.
DEJERINE.
ROGER.

HAYEM.
DIEULAFOY.
DEBOVE
LANDOUZY.
GRANCHER
JOFFROY
GAUCHER.
RAYMOND.
LE DENTU
TERRIER
BERGER.

DE LAPERSONNE
GUYON.
PINARD.
BUDIN.
POZZI.
KIRMISSON.

Agrégés en exercice.

MM.
AUVRAY
BALTHAZARD.
BRANCA
BEZANÇON.
BRINDEAU.
BROCA André.
CARNOT.
CLAUDE.
CUNEO.
DEMELIN.
DEGREZ.

MM
DUPRE
DUVAL.
FAURE.
GOSSET.
GOUGET.
GUIART.
JEANSELME.
LABBE.
LANGLOIS.
LAUNOIS.

MM
LEGRY.
LEGUEU.
LEPAGE.
MACAIGNE.
MAILLARD.
MARION.
MAUCLAIRE.
MERY.
MORESTIN.
POTOCKI.

MM
PROUST.
RENON.
RICHAUD
RIEFFEL (chef des
Travaux anatomiques.
TEISSIER.
THIROLOIX
VAQUEZ.
WALLICH.

Par délibération en date du 8 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A CEUX qui, par leurs soins et leurs sacrifices, nous ont permis de mener à bien les études que nous avons faites, je dédie ce travail, trop faible témoignage de profonde reconnaissance.

A TOUS NOS MAITRES, à tous ceux qui, par leurs leçons, leur pratique et leur exemple, ont fait notre éducation scientifique, à tous nous voudrions exprimer les sentiments de reconnaissance et d'estime que leur bienveillance a suscités en nous : à M. le professeur G.-H. ROGER, à M. ALBERT ROBIN, membre de l'Académie de Médecine, à MM. les professeurs agrégés CH. ACHARD et J. THIROLOIX, à M. le docteur L. GUINON, médecins des hôpitaux ; à M. le professeur agrégé F. LEGUEU, chirurgien des hôpitaux, à M. le docteur BOISSARD, accoucheur des hôpitaux, à mon maître et ami le D^r QUIDET, ancien préparateur de pharmacologie à la Faculté.

JE REMERCIE TOUT PARTICULIÈREMENT

MONSIEUR LE PROFESSEUR DÉJERINE

Professeur d'Histoire de la Médecine,

Médecin de la Salpêtrière,

Officier de la Légion d'honneur,

d'avoir bien voulu accepter la présidence de cette thèse.
L'honneur qu'il nous a fait est pour nous la meilleure
récompense à notre effort.

AVANT-PROPOS

Nous n'avons songé, en écrivant ce travail, qu'à une chose : remettre au point une des époques les plus importantes de l'histoire de la médecine.

L'HISTOIRE n'est pas seulement le récit des faits ; elle doit être surtout l'explication de leur enchaînement.

Or, si l'œuvre pasteurienne n'est ignorée de personne, elle est par contre mal connue de la plupart.

Je prierai donc le lecteur, s'il s'en présente, de ne pas voir dans ce court travail une œuvre de polémique qui serait aussi déplacée qu'inutile. Si, dans le courant de ces quelques pages, il rencontre par hasard quelque idée qui le choque, je le prie de ne pas s'effaroucher ; et si, parvenu au terme de ce travail, nous n'avons pas, faute de talent, réussi à le convaincre, qu'il interroge lui-même l'Histoire ! il verra qu'elle est remplie de procès à reviser. Et peut être alors, faisant table rase de la légende, s'enthousiasmera-t-il pour cette Vérité historique que notre éminent maître, le professeur G.-H. ROGER nous a appris à aimer et qui constitue le principal sujet de cette thèse.

INTRODUCTION

Nous savons tous qu'une grande découverte n'est jamais l'œuvre d'un seul jour, ni d'un seul homme.

Et pourtant, chose curieuse, nous avons en France une tendance marquée à accepter sans contrôle une réputation toute faite, et cela, d'ailleurs, avec le même enthousiasme que nous mettons à rejeter sans examen tout ce qui semble de nature à ébranler les idées en cours. On n'aime pas à remonter aux origines quelquefois lointaines d'une découverte, et on donne à celle-ci le nom du dernier, du principal auteur.

On oublie que l'invention suppose des voies tracées ; on oublie que bien des essais ont été tentés : la plupart ont pu sans doute rester infructueux ; qu'importe, s'ils ont apporté un rayon de lumière dans l'ensemble confus des phénomènes à expliquer.

Un édifice qui, par son allure, étonne l'œil du spectateur, a nécessité des fouilles et des fondations qui, pour être cachées, n'en ont pas moins exigé de laborieux efforts. Eh bien ! il en est de même dans le domaine scientifique. Rendu plus sage et plus expérimenté par les

tentatives et les insuccès même de ses devanciers, rassemblant tous les matériaux déjà trouvés, le savant, guidé par son génie, établit l'harmonie là où régnait la confusion, et l'invention voit le jour.

C'est peut-être par ignorance de ces principes que l'on a comblé Pasteur d'une gloire sans attaches ; on en a fait un véritable Dieu-Génie, un Dieu révélateur qui a fait connaître au monde ignorant, l'explication de phénomènes encore mystérieux ; si bien que, pour beaucoup, c'est Pasteur qui, le premier, a compris ce que c'est que la fermentation par exemple ; avant lui on ne voyait dans ce phénomène qu'une transformation plus ou moins vague et indéterminée dans sa cause et dans ses origines. Sur la génération spontanée, les idées qui avaient cours n'étaient qu'idées d'enfant . Pasteur vint heureusement tirer la science du chaos où elle gisait. Quant à la pathologie des microbes, elle n'était encore, si on en croit Duclaux, qu'une *Terre promise* où nul pied avant lui n'avait su s'orienter. On avait bien, avant lui, découvert des bacilles tels que la bactériodie charbonneuse ; mais les notions en étaient encore confuses, et seul, Pasteur, au dire de ses disciples, devait apporter la lumière dans ces ténèbres. Si bien qu'aujourd'hui, pour des esprits trop crédules, fermentations, génération spontanée et microbes, tout cela se confond en un même symbole : tout cela, c'est Pasteur.

Ces exagérations constituent au fond une injustice regrettable pour tous ceux (et ils sont nombreux) qui, ne s'appelant pas Pasteur, ont néanmoins, par leurs tra-

vaux, préparé la route au grand savant, ou même ont avancé à côté de lui.

Certains esprits, et non des moins érudits, s'étant avisés de passer au crible une grande réputation qui leur arrivait toute faite, s'aperçurent que dans ce bloc intangible et sacré qui constitue l'œuvre de Pasteur, il y a des parties qui ne sont pas sa propriété exclusive, et accusèrent non pas l'ignorance des admirateurs, mais leur mauvaise foi. Au lieu du savant auquel on rapportait tout, on a accusé Pasteur de n'avoir rien inventé du tout ; on lui a reproché d'avoir beaucoup emprunté aux autres et montré une fâcheuse tendance à se prévaloir de sa position pour refuser à ceux qui servent la science gratuitement, les égards auxquels ils ont droit. Pasteur aurait ainsi établi une véritable conspiration du silence sur les travaux de ses adversaires, et beaucoup de ses inventions ne seraient plus que de fausses découvertes sur lesquelles il est temps de faire la lumière.

Nous nous garderons de tomber dans ces exagérations. Mais on conviendra qu'il était malaisé à des esprits enthousiastes de vérité de rester dans une juste mesure, et de ne pas tomber d'un excès dans un autre. Horace, déjà, n'excusait-il pas ce défaut qu'il avait reconnu inhérent à l'esprit humain ? L'homme qui n'est pas parfait n'a pas changé depuis l'époque latine, et si nous nous sommes arrêtés à signaler les critiques acerbes de ceux qui ont perdu la foi en Pasteur, c'était uniquement pour montrer le revirement qui s'opère dans cette sublime épopée.

Il résulte de tout ceci qu'il y a là une grave question

à résoudre. La tâche est d'autant plus délicate qu'on se heurte à une idée qui a acquis droit de cité, et qu'en France tout ce qui est tradition est *a priori* inattaquable.

Pour nous et pour tous ceux qui ont étudié de près la question, il est de toute évidence qu'on a beaucoup trop idéalisé l'œuvre de Pasteur ; sans nier catégoriquement l'influence des devanciers du maître, on l'a en somme réduite à néant, et l'on s'est plu à représenter ses découvertes comme les actes d'un génie révélateur qui a semé le miracle partout où il s'est arrêté. Si vous n'êtes pas convaincus, écoutez plutôt Duclaux ; ses paroles sont intéressantes parce qu'elles donnent, mieux que tout commentaire, une idée de cet hyperbolisme dans l'éloge qui amuse peut-être autant qu'il étonne :

« L'esprit de Pasteur, c'est l'oiseau qui vole ; on ne le voit que lorsqu'il se pose ou qu'il prend son essor... Pourquoi s'est-il abattu ici et non là ? Pourquoi a-t-il pris cette direction et non cette autre, pour s'envoler vers de nouvelles découvertes ? Si vous pouviez le savoir et nous le dire, Pasteur ne serait plus un génie échappant à l'analyse... Pasteur n'est pas un savant comme les autres ; sa vie scientifique a une admirable unité ; elle a été le développement logique et harmonieux d'une même pensée. Sans doute, il ne savait pas, quand il faisait ses premières études de cristallographie, qu'il aboutirait un jour à la prévention de la rage. Mais Christophe Colomb ne savait pas non plus, en partant, qu'il découvrirait l'Amérique. Il devinait qu'en allant toujours dans la même direction, il décou-

crirait quelque chose de nouveau. Ainsi a fait Pasteur. Dès ses premiers travaux il a eu devant lui un problème de vie ; il a trouvé la route pour l'aborder, et depuis il a toujours marché dans la même voie, consultant la même boussole. Sans doute, il a traversé des pays bien divers où il a laissé sa trace. Mais il ne les cherchait pas, ils étaient sur son chemin ; et la grandeur de ses découvertes fait que l'histoire de son esprit, même réduite à un procès-verbal, peut revêtir les allures d'un roman d'aventures qui serait vrai. »

Tout cela est fort bien, et à la vérité il faut reconnaître que cette façon de représenter Pasteur comme un grand aventurier de génie, allant de ci de là extraire des ténèbres de la science les merveilles qui y demeuraient ensevelies, que cette façon d'éloge, dis-je, était bien faite pour rallier tous les esprits au drapeau d'un même culte. Le malheur, et c'est là ce que nous voulons démontrer, c'est que les aventures qu'il allait traverser lui étaient connues par avance, et que les pays nouveaux qu'il allait parcourir, se présentaient à lui avec des voies toutes tracées. Cela, du reste, ne supprime pas le mérite du savant ; mais cela diminue singulièrement la gloire du novateur.

Quand il lui est arrivé de se frayer lui-même une route, il s'est parfois trompé, et ses erreurs ont été de longue haleine ; les fanatiques de sa gloire le reconnaissent, mais ils s'empressent, il est vrai, de proclamer *qu'il a été constamment ramené dans le vrai chemin par cette sévère méthode expérimentale dont il a si souvent parlé avec reconnaissance.* Or, l'histoire nous

apprend que les travaux parallèles de ses contemporains ont contribué autant, sinon plus, que la sévère méthode expérimentale à ramener l'égaré en bonne voie.

Ceux-là même qui ont entrepris son panégyrique auraient pu, tout au moins, le reconnaître et rendre aux savants oubliés l'hommage qui leur est dû.

Voilà qui peut étonner au premier abord, mais qui, au fond, n'a rien que d'habituel. Il s'est passé pour Pasteur ce qui se passe pour bien d'autres.

Nous savons, en effet, qu'une grande découverte scientifique est souvent méconnue et bafouée quand elle paraît, et que, par suite, elle ne tarde pas à devenir lettre morte jusqu'au jour où un savant, dont la notoriété est acceptée de tous, la tire de l'oubli et la dispute à son véritable auteur,

Combien de savants trop modestes pourraient ainsi formuler leurs revendications ! Combien de réputations surfaîtes ont leur source dans les travaux de chercheurs méconnus. Ce sont là des désillusions terribles, qui guettent souvent les serviteurs de la science ; et on comprend, qu'aigris par les déceptions, ils désertent les régions ingrates de la science pour aller chercher vers des horizons plus hospitaliers les satisfactions intimes que l'esprit de cabale leur a ravies. Heureux, les savants qui savent peiner à l'ombre des grandes renommées et à l'abri des éclats dissonnants de la gloire ! Ceux-là savent peut-être que les aspirations les plus pures ne sont souvent qu'un voile pour les plus vils intérêts ; et c'est sans doute dans cette connaissance de la réalité qu'ils puisent l'énergie nécessaire à la poursuite de leur idéal ; car ils sa-

vent, sans doute, aussi que ce qui importe dans le sacrifice, c'est le sacrifice même et que si l'objet pour lequel ils se dévouent est une illusion, le dévouement n'en est pas moins une réalité, « *la plus splendide parure dont l'homme puisse décorer sa misère morale.* »

Quoiqu'il en soit, nous nous proposons, dans ce travail, de déterminer ce qu'a été réellement l'œuvre de Pasteur. Recherchant avec soin ce qu'on avait fait avant lui, nous saurons ainsi ce qu'il lui restait à faire, et nous pourrons apprécier plus sainement le rôle qu'il a joué comme savant et comme novateur.

Nous ne nous dissimulons pas que les opinions exprimées dans les lignes qu'on va lire, cadrent mal avec celles qui sont aujourd'hui généralement acceptées, et risquent fort, au prime abord, de troubler, par leur brutalité même, certains esprits adeptes inconscients de traditions consacrées. Quel que soit le jugement qu'on nous réserve, nous réclamons, à défaut d'autre mérite, celui d'avoir été guidé dans ce travail par la meilleure foi du monde et le souci le plus absolu de la vérité.

Notre première intention était d'aborder, les unes après les autres, les différentes questions que Pasteur a traitées et qui constituent comme autant de traits de gloire à son honneur. Notre tâche devait être longue et laborieuse ; mais elle ne pouvait qu'à ce prix nous permettre de juger raisonnablement l'influence que les précurseurs de Pasteur ont exercée sur la direction de ses travaux.

Malheureusement la critique de l'œuvre complète de Pasteur nous eût entraîné dans des développements

disproportionnés avec le cadre modeste d'un travail de fin d'études. Et puis il y a dans les travaux de Pasteur certaines parties telles que les découvertes sur la rage et le charbon, dont il serait pourtant bien intéressant de refaire une histoire plus vraie ; mais un tel sujet réclamerait une voix plus autorisée et une compétence que nous n'avons pas.

« L'œuvre médicale de Pasteur, écrit M. Roux (1), commence avec l'étude des fermentations. »

C'est donc par l'étude historique des fermentations que nous devons commencer.

(1) Roux, in préface de l'*Agenda du Chimiste pour 1896*.

LES FERMENTATIONS

« *La question des fermentations, écrit Duclaux (1) était, au moment où Pasteur l'a abordée, un ensemble si confus, que, non seulement on a peine à se représenter ce que pensaient du phénomène les chimistes de l'époque, mais qu'on doute même qu'ils aient eu à ce sujet une idée nette, tant on trouve de contradictions et de singularités dans leurs écrits.* » Voilà qui est clair. Maintenant, si cette ignorance pré-pasteurienne venait par hasard à vous étonner, écoutez l'explication qu'en fournit le même auteur : « *Quand on cherche, ajoute-t-il, d'où vient cet état larvaire des conceptions sur la fermentation jusqu'au milieu du xix^e siècle, on s'aperçoit qu'il est dû non aux difficultés du sujet, mais à ce que la question a été philosophique avant de devenir scientifique.* »

Ainsi, voilà, en quelques mots, jugés et en même temps condamnés, tous les travaux de ceux qui ont étudié les fermentations avant Pasteur, ou en même temps que lui. Qu'y a-t-il de vrai dans cette assertion ?

(1) Duclaux. *Loc. cit.*

La science des fermentations était-elle si obscure quand Pasteur l'a abordée ? c'est là, croyons-nous, une affirmation toute gratuite ; nous en verrons l'inexactitude. Quant aux contradictions et aux singularités relevées par l'élève de Pasteur, on en trouve bien certainement quand on étudie l'histoire des fermentations ; on constate même parfois des extravagances. Mais ces contradictions, ces singularités ont eu chacune leur intérêt dans la question : elles ont marqué chacune une étape dans la solution du problème. N'est-ce pas, en effet, après bien des hésitations et bien des chutes que l'enfant parvient à marcher droit ? — Et puis, si on venait dire par exemple à Buffon ressuscité que la fermentation est due à la multiplication d'un germe de l'air, nul doute que ce même Buffon dont la doctrine offre un exemple remarquable de ces singularités dont parle Duclaux, ne puisse à son tour nous embarrasser singulièrement en demandant : « *Mais d'où vient ce germe que vous invoquez pour expliquer les phénomènes ?* »

Il nous faut donc, au contraire, considérer comme très précieuses les moindres tentatives que nous offre l'histoire des fermentations, et il nous semble que leur refuser arbitrairement tout caractère scientifique en les qualifiant dédaigneusement de *philosophiques*, c'est faire preuve d'une partialité bien peu de mise chez un savant.

Les phénomènes de fermentation sont aussi anciens que le monde, ou du moins contemporains des premiers besoins de l'homme : « *Tous les historiens s'accordent à dire que les plus anciens peuples savaient préparer*

les boissons spiritueuses. La découverte de la fermentation vineuse remonte donc aux temps les plus reculés, et même, si nous en croyons les poètes, nous la placerons dans les temps fabuleux. Il serait étonnant, en effet, qu'elle eût échappé aux regards des premiers hommes. Une ébullition naissant spontanément au sein d'un liquide, une masse tout entière se soulevant d'elle-même, une liqueur douce devenant vineuse, le changement d'une matière sucrée en esprit ardent : tout ceci est extraordinaire, tout est fait pour frapper l'attention, et pour éveiller le désir de remonter aux causes premières. Aussi n'est-il point de phénomène plus anciennement observé (1). » Cet espèce de bouillonnement qui se produit spontanément dans le jus écrasé du raisin, cette production continue de petites bulles gazeuses qui viennent crever à la surface avaient en effet tellement frappé l'esprit des premiers hommes que ceux-ci l'avaient comparée à l'état d'un liquide placé sur le feu. Il est curieux de voir cette analogie entre l'ébullition et la fermentation alcoolique se traduire dans les langues les plus anciennes : le nom hébreux du vin (*yine*) vient d'un verbe qui signifie faire effervescence, se soulever, bouillir, et il doit avoir des racines profondes dans les âges car il a donné le nom du vin à tous les peuples de l'Occident. Le mot fermentation, plus récent, vient de *fervere*, bouillir. Le nom allemand de la levûre, *hefe*, vient de *heben*, s'élever, et les mots gallo-latins de

(1) Thénard. *In-Memoire sur la fermentation vineuse. Annales de chimie*, an XI, tome 46.

levûre et de *leaven*, expriment les mêmes relations. Le changement de goût qui se produit dans le liquide fermenté n'avait pas paru moins surprenant que la fermentation elle-même, et les noms de Noé, d'Osiris, de Bacchus, témoignent de la reconnaissance des populations pour ceux qui leur ont donné des boissons alcooliques.

La fabrication de la bière était également connue de la plus haute antiquité, chez les Egyptiens, les Espagnols et les Gaulois. Quant au pain, il est certain que sa fabrication n'a été connue que plus tardivement. La mouture, la cuisson ont dû constituer des découvertes successives, et la mise en levain n'a été connue qu'après. Abraham servit du pain sans levain aux deux anges qui lui apparurent dans la Vallée de Mambré, et ce n'est guère que du temps de Moïse qu'on voit apparaître le pain fermenté. Puis la fabrication du pain se perfectionnait peu à peu ; celui qu'on mangeait dans la Gaule jouissait de la réputation d'être léger et facile à digérer, parce qu'on le faisait lever au moyen de levure de bière au lieu de levain ou de farine aigrie.

Mais, pendant que se perfectionnait la pratique, l'étude théorique des phénomènes de la fermentation sommeillait. Même le terme de fermentation ne s'appliquait encore « *qu'au mouvement de la pâte de froment qui se lève et à celui des liqueurs qui se changent en alcool* » (1).

Cependant l'**Alchimie** naissait. « *La curiosité des*

(1) Cheyreul. *In. dict. des sc. naturelles. Strasbourg, 1820.* Art. Fermentation.

alchimistes, écrit Duclaux, ne pouvait manquer d'être éveillée par le bouillonnement qui se produit spontanément dans la masse de vendange, ou qu'on provoque dans le moût d'orge par l'addition de levure de bière, le changement de saveur et de propriétés qui résulte de l'introduction du levain dans la pâte de la farine » (1).

Mais, ajoute-t-il ailleurs, « l'Alchimie, qui avait emprunté à l'art sacré du premier millénaire ses mots et ses problèmes, se proposait un but trop élevé pour s'occuper de phénomènes vulgaires comme la fermentation du pain et du vin » (2).

Sans doute la curiosité des alchimistes fut éveillée par ces phénomènes encore inexplicables auxquels les philosophes n'avaient emprunté jusqu'alors que des comparaisons et des images. Et c'est précisément un grand honneur pour eux d'avoir soustrait la chimie aux spéculations purement métaphysiques, pour la porter sur un terrain scientifique.

On leur reproche volontiers d'avoir expliqué les phénomènes de la fermentation par « *une puissance mystérieuse avec laquelle ils auraient pu tout aussi bien, croyaient-ils, transformer un métal vil en métal précieux.* » Mais cette façon d'expliquer la fermentation découlait tout naturellement de leur système et mérite, quand on y réfléchit, autre chose que le dédain facile et commode d'un historien trop pressé.

Quel était, en effet, le principe fondamental de l'Al-

(1) Duclaux. *Hist. d'un Esprit.*

(2) Dict. Dechambre. *Art. fermentation.*

chimie ? GÉBER, le plus fameux d'entre eux, qui a découvert l'acide nitrique, l'eau régale, la pierre infernale et le sublimé corrosif, partait de cette idée que les métaux se composent de trois éléments : le soufre, le sel et le mercure. Avec ces trois éléments chimiques, considérés comme constituants des métaux, les alchimistes furent conséquents avec eux-mêmes en admettant la possibilité de la transmutation. Du moment, en effet, que, pour les alchimistes, les métaux étaient constitués par la réunion de trois éléments, toujours les mêmes, il semblait naturel qu'en faisant varier les quotités de ces éléments, on fit passer un vil métal tel que le plomb en or ou en argent. C'était là une déduction basée sur un principe faux, puisque depuis la chimie lavoisienne, les métaux sont regardés comme des corps simples, du moins jusqu'à nouvel ordre ; c'était, en tout cas, une déduction logique ; et la transmutation ainsi envisagée n'avait rien d'absurde.

Or, la nature n'offrait-elle pas, aux yeux des alchimistes, de multiples exemples de transmutation spontanée, dans les phénomènes de fermentation ?

Sans doute. Aussi GÉBER s'empessa-t-il d'assimiler à un ferment cette pierre philosophale qui lui échappait toujours. « *Le ferment ou levain, écrit-il, est-ce qui ramène à sa nature, et couleur et saveur, les choses à quoi on le mêle Si on met, comme levain, un mauvais corps dans un bon, le bon ne deviendra pas mauvais ; si on met un corps bon dans un mauvais, le mauvais deviendra bon* ». Ainsi, avec Géber, Avicenne et d'autres comme Rhasès, Albert-le-Grand et Glauber

nous sommes loin de ces stupéfiantes aberrations dont on fait si facilement un reproche aux alchimistes, et qui ne doivent être considérées du reste que comme d'habiles supercheries. Car, à côté des charlatans rusés il y a les alchimistes « *honnêtes, probes, courbés sur leurs fourneaux, agenouillés devant leurs matras, passant mystérieusement leur vie à la recherche du grand œuvre, trop souvent victimes eux-mêmes des explosions des cornues, des ruptures, des pélicans et des retortes, des incendies provoqués par la subite inflammation des gaz combustibles* ». Ce sont eux qui ont préparé les éléments nécessaires à la chimie ; s'ils n'ont pas mérité le titre de chefs de l'école expérimentale comme plusieurs écrivains le leur ont donné, ils ont du moins inauguré l'ère des expériences. S'ils n'ont pas résolu la question des fermentations, ils ont du moins découvert l'eau-de-vie, et recommandé plusieurs préparations pharmaceutiques dont l'excipient est l'alcool qu'ils savaient préparer. S'ils n'ont pu fournir l'explication du phénomène fermentation, du moins il ont su faire reposer l'interprétation qu'ils en donnaient sur l'examen des faits ; et on trouve dans leurs écrits des expressions qu'on peut considérer sans aucune complaisance comme *l'aurore et parfois l'énoncé de découvertes récentes*.

C'est ainsi qu'ils font allusion tantôt au dégagement du gaz (*exaltatio*) dans la fabrication du vin, tantôt à ce que le pain fermenté peut à son tour servir de levain (*immutatio*).

Au reste, à défaut des mille découvertes qu'ils ont faites, leur désintéressement leur donne droit à notre

admiration et à notre respect. « Admirables fous sacrifiant tout : honneurs, richesses, famille, santé, existence, au triomphe de ce qu'ils croyaient être une immuable vérité, mourant de faim comme Louis de Neus dans une prison, subissant la potence comme Brazadino, Georges Honauer, ou se sentant griller dans une cage de fer comme Marie Ziglerin ; ils étaient le vivant emblème de la persévérance poussée jusqu'à ses dernières limites, et jusqu'au-delà du tombeau. L'opérateur qu'une mort prématurée enlevait à ses travaux, laissait souvent une expérience commencée en héritage à son fils ; et il n'était pas rare de voir celui-ci léguer dans son testament le secret de l'expérience inachevée dont il avait hérité de son père ». Un critique du temps dépeint avec une rigoureuse âpreté la fièvre ardente qui dévorait les alchimistes et les conduisait à une ruine certaine : il s'exprime ainsi. « Les dommageables charbons, le soufre, la fiente, les poisons, les mines, et tout du travail leur semble plus doux que le miel, jusqu'à ce que, ayant consommé : patrimoine héritage, meubles, qui s'en allaient en cendres et fumée, ces malheureux se trouvaient chargés d'ans, vêtus de haillons, affamés, toujours, sentant le soufre, teints et souillés de suie et de charbon, et par le fréquent maniement du vif argent, devenus paralytiques » (1). G. Naudé qui écrivit ces lignes en 1625, ne peut, j'imagine, être taxé de partialité ; et Duclaux, avant de rayer aussi

(1) G. Naudé. *Apologie pour tous les grands personnages qui ont été faussement soupçonnés de magie*, 1625.

catégoriquement les alchimistes de l'histoire de la chimie, aurait pu lire son appréciation, ou encore cette autre que Louis Figuier donnait en 1860 (1) : « *Chimistes de nos jours, ne portons pas un jugement aussi sévère sur les philosophes hermétiques ; ne nous dépouillons pas de tout respect envers leur antique héritage : insensés ou sublimes, ils sont nos véritables dieux. Si l'alchimie n'a pas trouvé ce qu'elle cherchait, elle a trouvé ce qu'elle ne cherchait pas : la chimie, et si la chimie ne renferme pas la pierre philosophale des anciens adeptes, elle constitue, on peut le dire, la pierre philosophale des nations.* »

Paracelse (1493-1541) s'appliqua à démontrer la vanité du peu que l'on savait. Il joignait à un grand esprit, un dédain profond pour les spéculations philosophiques et pour les connaissances de tradition. Aussi regardait-il Gallien et Hippocrate comme des charlatans. Dans les leçons qu'il fit à Bâle en 1524, il expose ses idées sur les maladies « *avec la modestie d'un homme qui s'attribuait la monarchie de la médecine et à qui Dieu avait révélé le secret de prolonger la vie à son gré.* »

Pour lui les maladies ne sont que des fermentations dues à des substances excrémentitielles qui, au lieu d'être rejetées, sont retenues dans l'économie. Et dans sa pensée, il devait exister pour chacune de ces fermentations un *médicament spécifique capable d'en suspendre le développement*. On voit que l'idée était assez neuve. Mais, comme il n'appuyait sa conception sur aucune

(1) *L'alchimie et les alchimistes.*

démonstration, ses adversaires lui en voulurent beaucoup et jugèrent que « *le visionnaire n'était qu'un esprit faux, digne d'être mis en parallèle avec les effrontés qui montent sur des tréteaux et qui se font un revenu de leur habit et de leur impudence* (1). »

Toujours est-il que Paracelse eut l'honneur de provoquer des études sérieuses et de faire naître l'ère des découvertes.

Après lui **Van Helmont** (1588-1644) adopte ses idées, mais les précise. Il porta si loin ses connaissances dans la physique, la médecine et l'histoire naturelle, qu'il fut soupçonné de les tirer de la magie et fut jeté en prison par l'Inquisition. C'est lui qui découvre l'acide carbonique et qui constate son dégagement dans la fermentation du vin, et dans l'action des acides sur les carbonates.

Fort de cette découverte, et sentant toute l'importance de la chimie, il crut trouver dans cette science l'explication de ce que la vie présente de plus mystérieux. Mais, comme la science sur laquelle il s'appuyait, n'était encore qu'à son berceau, il suppléa à la connaissance de ses lois par le rapprochement qu'il fit entre des phénomènes chimiques qui frappent tous les yeux et ceux qui, suivant lui, devaient se passer dans le corps de l'homme. Aussi le voyons-nous assimiler entre eux tous les phénomènes qui se manifestent par un dégagement d'acide carbonique, à savoir : la fermentation du vin, la putréfaction, la digestion, les sécrétions, etc... Pour

(1) Nouveau dictionnaire historique, Amsterdam, 1766.

lui la fermentation n'existait pas seulement dans la pâte ou dans les liqueurs sucrées, mais encore dans l'action des acides sur les alcalis carbonatés, dans l'efflorescence des mines, dans l'altération de l'eau commune, dans celle des liquides animaux et des sucres végétaux extraits des corps vivants, soit qu'ils donnassent de l'acide ou de l'alcali volatil, dans la germination, dans la maturation des fruits, dans la rancidité des corps gras, etc...

« Il voyait donc des fermentations là où il voyait un dégagement de chaleur qui n'allait que dans les cas extrêmes jusqu'à produire du feu, comme cela arrive à certaines terres pyriteuses et au foin humide ; là où il y avait un bouillonnement produit sans la présence du feu ; enfin, là où des corps, en agissant l'un sur l'autre, éprouvaient un grand changement dans leurs propriétés. »

L'ensemble de ces phénomènes n'était point nécessaire pour constituer une fermentation, un seul d'entre eux suffisait et par conséquent le bouillonnement ne fut plus considéré comme un caractère essentiel de la fermentation.

Van Helmont attribuait la fermentation à un ferment qui agissait sur une matière fermentescible en la dissolvant, qui lui imprimait plusieurs de ses propriétés et qui la faisait passer par une suite d'états ou de formes jusqu'à ce qu'elle fût enfin assez divisée pour être réduite en eau.

Dans cette manière de voir, une matière sucrée, par exemple, devenait successivement alcoolique, acide, et enfin se résolvait en eau. Cette eau, du reste, il la consi-

dérait comme l'élément unique des plantes ; si bien que l'idée de la dissolution se trouvait comprise dans celle de la fermentation.

En même temps que Van Helmont, **Robert Boyle** (1626-1691), savant irlandais, travaillait à cette question. C'était un expérimentateur aussi habile mais plus original et surtout plus fécond. *« Doué de cet infatigable génie des détails qui est éminemment utile dans les investigations scientifiques, Boyle étendit et perfectionna l'art d'interroger la nature par l'expérience et par l'observation. Il adopta les principes de la philosophie scientifique de Descartes et de Bacon, et, guidé par leurs préceptes, il amassa un précieux tribut d'observations et de faits que ses successeurs devaient étendre et utiliser un jour (1). »* Il se passionna pour cette question des fermentations. Comme son contemporain, cette idée de corrélation entre les fermentations et les phénomènes normaux et pathologiques de l'être vivant le préoccupait vivement, et lui apparaissait tellement évidente qu'elle lui inspira quelque part les curieuses réflexions que nous reproduisons tout entières : *« Je dis de nouveau que je ne prétends pas que la chimie vulgaire peut permettre à un médecin d'expliquer tous les phénomènes pathologiques ; mais que la vraie chimie peut lui servir à comprendre quelques-uns d'entre eux que l'on ne peut guère expliquer sérieusement sans elle, et j'ajoute que celui qui comprendra entièrement la*

(1) Louis Figuier. *Vie de savants illustres du XVII^e siècle* (1869).

nature des ferments et des fermentations sera probablement, bien plus que celui qui l'ignore, en mesure de rendre compte d'une manière satisfaisante de divers phénomènes présentés par plusieurs maladies (les fièvres aussi bien que les autres), phénomènes qui ne seront probablement jamais bien compris sans une connaissance intime de la doctrine des fermentations (1). » Belle prophétie que l'avenir allait bientôt justifier !

Jean Joachim Becher (1645-1684), que sa physique souterraine avait rendu si célèbre, s'adonna passionnément à l'étude de la fermentation. *« J'ai passé, dit-il, quelques années dans la pratique des fermentations, de façon à bien tout voir, et ce n'est pas d'après Angelo Sala et d'autres compilateurs que j'écris. »*

Et de fait, il introduit une idée nouvelle : il établit nettement une distinction entre les dégagements gazeux qui se produit dans les phénomènes chimiques et celui qui a lieu dans les phénomènes biologiques : *« L'effervescence, dit-il, se produit seul chez les animaux, la fermentation chez les végétaux, la putréfaction chez les animaux »*. Écoutons ce qu'il dit de la fermentation : *« On distingue, écrit-il, deux espèces de fermentations : la fermentation propre, et l'acétification. La première est particulière aux moûts sucrés. Les décoctions de certaines plantes comme l'orge germé, peuvent aussi l'éprouver, mais après avoir subi une opération qui y développe le principe sucré. Elle a pour cause cathartique le ferment. Trop d'alcool l'arrête en préci-*

(1) R. Boyle. *Essai sur la partie pathologique de la physique.*

pillant le ferment, ou bien les parties les plus lourdes fermentifiantes. Elle est, aussi, empêchée par la chaleur; et du moût évaporé, puis étendu d'eau, de façon à être ramené à son état primitif fermenté beaucoup plus mal que le moût normal. Enfin la raréfaction subie par les constituants du mûcte provient de la chaleur interne du ferment; car on voit toutes les petites bulles gazeuses qui se dégagent provenir de celui-ci. »

Si l'on veut bien relire ces lignes, on reconnaîtra qu'elles renferment exposées d'une façon à la fois concise, complète, et précise, toutes les qualités du ferment et ses conditions de développement. On peut leur reprocher sans doute de contenir en trop peu de mots trop d'idées originales et justes. Mais les successeurs de Becker n'auront qu'à les reprendre et les développer.

Jean Kunckel (1) faisait des théories de Becher une application bien curieuse. Il prétend, dans ses *Observationes chemicæ*, que les maladies d'estomac sont dues à des impuretés qui fermentent, et, pour le démontrer, il s'appuie sur ce fait que les acides et les plantes amères qui arrêtent la fermentation du moût sucré, sont capables de guérir les maladies d'estomac.

Mon Dieu ! cette conception serait-elle bien déplacée de nos jours ? En tous cas, le roi Charles XI, roi de Suède, tint son talent en haute estime, et pour le récompenser lui conféra les Lettres de Noblesse et le titre de *Conseiller Métallique*.

(1) J. Kunckel, né dans le duché de Schleswick en 1630, mourut en 1702, après avoir découvert le phosphore.

Ainsi, la question de la fermentation faisait de rapides progrès. Malheureusement les idées de Boyle, de Kunckel et de Becher arrivaient trop tôt. L'esprit humain est ainsi fait qu'il considère comme absurde ce qui ne lui semble pas banal, et Stahl allait en donner la preuve.

Stahl, qui s'était fait considérer *comme un des plus grands hommes que la médecine ait possédés*, et que l'on décorait alors du nom pompeux de *Nestor de la chimie*, Stahl avait, en qualité d'élève de Becher, toutes les facilités pour faire triompher les idées de son maître. Mais il était théoricien et avec lui *la dissertation reprit tous ses droits*.

Pour Stahl, il y a deux périodes dans la fermentation. Dans la première, les différentes molécules de la matière fermentescible s'agitent doucement, et des parties plus ou moins atténuées s'unissent ensemble. Dans la seconde, les parties se séparent du mixte en vertu du mouvement qui les anime, et les parties analogues se réunissent à l'exclusion des autres.

Le ferment n'intervient que pour communiquer son mouvement aux parties analogues de la liqueur fermentescible.

Stahl résume ainsi ses idées : *« tout corps amené à l'état de putréfaction transmet facilement cet état à un autre corps exempt encore de corruption. C'est ainsi qu'un pareil corps, entraîné déjà dans un mouvement intérieur, peut entraîner avec la plus grande facilité dans un semblable mouvement intérieur un autre corps »*

encore au repos ; mais disposé par nature à un pareil mouvement. »

Nous n'insisterons pas davantage sur cette hypothèse, peut-être inspirée par la théorie anatomique de Descartes qui venait de voir le jour ; et si nous lui avons consacré quelques lignes, c'est parce qu'elle renferme une conception curieuse, celle du mouvement intérieur, que nous retrouverons plus loin avec Liebig.

Du reste, l'étude de la fermentation ne languissait pas.

Black (1728-1799) arrive ensuite et découvre que l'acide carbonique et l'alcool sont les deux seuls produits de transformation du sucre dans la fermentation alcoolique.

C'était un nouveau progrès. Mais il restait à établir les relations entre ces trois éléments : le sucre d'une part, l'alcool et l'acide carbonique d'autre part. C'est ce que fit Lavoisier.

Lavoisier partait du principe suivant : « *Rien ne se perd, rien ne se crée, ni dans les opérations de l'art, ni dans celles de la nature, et l'on peut admettre a priori que, dans toute opération, il y a une égale quantité de matière avant et après l'opération, que la qualité et la quantité des principes est la même, et qu'il n'y a que des changements, des modifications* (1). »

Pour vérifier son principe, Lavoisier fait appel non plus à des hypothèses plus ou moins philosophiques ou séduisantes, mais simplement à la *balance*. Là est tout son mérite.

(1) Lavoisier. *Mémoire sur la fermentation alcoolique*.

Il pèse un vase rempli d'eau dans laquelle il avait jeté un poids donné de sucre et un peu de levure de bière. De la perte de poids subie par le vase à la fin de la fermentation, il conclut le poids de l'acide carbonique dégagé pendant le phénomène. Il sépare ensuite l'alcool par distillation, le pèse, et trouve que la somme des poids de l'alcool et de l'acide carbonique donne le poids du sucre primitif : et Lavoisier conclut que *« le sucre se dédouble simplement en acide carbonique et alcool, et qu'il n'y a pas d'autres produits normaux de la transformation. »*

Ainsi le problème de la fermentation se trouvait ramené à une formule bien simple ; formule malheureusement trop simple pour être complètement exacte et qui n'allait pas tarder à trahir son imperfection.

On s'aperçut en effet bientôt que les résultats de l'expérience de Lavoisier n'étaient qu'à peu près exacts : le poids total de l'alcool et de l'acide carbonique étant toujours un peu supérieur au poids du sucre employé.

Mais, exact ou faux, le travail de Lavoisier avait du moins le mérite d'être, avant tout, scientifique ; et la meilleure preuve c'est que son erreur a été, par la suite, une source de grands progrès.

Lavoisier, du reste, avait bien senti, lui aussi, que ses calculs n'étaient pas absolument exacts. Il avait essayé de les vérifier en recherchant si la relation pondérale qui existe entre le sucre d'un côté, l'alcool et l'acide carbonique de l'autre, se vérifiait individuellement pour chacun des éléments de ces corps. Le carbone du sucre devait se retrouver tout entier dans celui de l'alcool et

de l'acide carbonique. De même pour l'hydrogène et l'oxygène. Malheureusement, Lavoisier s'était trompé sur la composition du sucre et sur celle de l'alcool ; si bien que la vérification de son expérience la lui fit croire exacte.

Qu'importe après tout si l'expérience de Lavoisier n'a pas été d'une exactitude absolue ! qu'importe si la justesse de ses calculs est due à « une compensation tout à fait fortuite d'erreurs », comme le font ironiquement remarquer les apologistes de Pasteur ! son expérience a été féconde et cela supplée amplement à son imperfection.

Le savant n'avait envisagé le problème de la fermentation qu'au point de vue chimique (là est la cause de son erreur), et la solution purement chimique qu'il en a donnée nous satisfait largement.

Elle était au reste d'une simplicité tellement séduisante que des savants comme Gay-Lussac, et Thénard n'hésitèrent pas, au premier abord, à lui accorder toute confiance.

Et pourtant ces savants venaient d'établir la véritable composition du sucre et avaient reconnu par conséquent l'erreur des conclusions de Lavoisier. Qu'importe ? Le raisonnement de Lavoisier s'appuyait sur l'observation des faits et leur semblait irréfutable. « *Lavoisier, écrit Thénard en 1803 (1), est le seul qui, éclairant du flambeau de son génie la chimie tout entière, marcha sans s'égarer dans cette route obscure (la fermentation). Ses*

(1) *Annales de chimie*, an XI, t. 46, page 296.

recherches sur la fermentation seront toujours un modèle à suivre dans l'analyse végétale. » Lavoisier avait dit que la fermentation vineuse résulte du dédoublement du sucre et de l'alcool en acide carbonique ; il n'y avait plus à aller contre.

Aussi **Gay-Lussac**, convaincu de la vérité de l'interprétation de Lavoisier, se contente de chercher si la formule du sucre, telle qu'il vient de la trouver par ses procédés perfectionnés, s'accommodait d'un dédoublement en alcool et en acide carbonique : les nombres que lui fournissent alors ses expériences sont en défaut de 2 à 3 p. 100. Eh bien, cela tient sans doute à une imperfection des procédés d'analyse, et Gay-Lussac n'hésite pas à les rectifier.

Faut il, pour cela, l'accuser comme on dit vulgairement, « d'avoir donné un coup de pouce » aux nombres fournis par l'expérience « pour les faire entrer dans le cadre pypothétique tracé par Lavoisier ? » En ce cas, Pasteur lui-même a peut-être plus d'une fois encouru le même blâme. Et faut-il reprocher à des savants tels que Lavoisier, Gay-Lussac et Thénard de s'être laissé guider par des idées préconçues, et de continuer la tradition de ces alchimistes du moyen âge qui consentaient bien à consulter l'expérience, mais qui l'interrogeaient partialement et ne l'écoutaient que quand elle répondait suivant leurs désirs » ?...

Ces reproches sont sans doute inspirés par un désir excessif de réduire à néant tout ce qui n'est pas l'œuvre du maître : combinaison adroite dont l'Histoire ne tardera pas sans doute à faire justice.

Au reste, Gay-Lussac et Thénard avaient eu si peu l'idée de fausser *volontairement* leurs calculs que malgré cette extraordinaire « sécurité de conscience », qui déplaît si fort aux panégysistes de Pasteur, ils ne cachaient pas leur trouble devant l'incertitude des résultats de leurs expériences, et n'hésitèrent pas à reconnaître que la question n'était encore qu'imparfaitement résolue. Malgré tout son enthousiasme pour Lavoisier, Thénard écrivait : « *Quoique Lavoisier ait versé beaucoup de lumière sur cette partie de la science, l'obscurité qui l'enveloppait était si profonde qu'on ne la voit encore qu'au travers d'un nuage.* »

Il lui apparut alors évident que le problème de la fermentation comprenait deux parties :

Une partie chimique, qui était désormais nettement éclaircie ; puis une autre, celle-là plus délicate, dont on ne s'était pas assez préoccupé. C'est qu'en effet, et Thénard le savait bien, on avait jusqu'alors passé sous silence dans l'interprétation des phénomènes, la levure qu'il fallait ajouter à la liqueur sucrée pour en déterminer la fermentation, et sans laquelle il était impossible d'obtenir une fermentation.

Or, pourquoi cette levure si indispensable à l'expérience, ne figurait-elle pas dans les calculs ? Qu'était-ce donc au juste que cette levure et quel était exactement son rôle dans la fermentation ? C'est ce qu'il fallait désormais étudier.

Déjà en 1660, **Kumkel** avait remarqué que la levure de bière fournissait du sel volatil d'amoniaque quand on

la décomposait par la chaleur ; mais il ne s'était pas prononcé sur sa nature. *

Boerhaave, lui, un peu plus tard, en fait nettement un végétal.

Or **Lœwenhoeck**, qui passa sa vie entière à faire des microscopes et à s'en servir, étudie en 1677 la levure de bière, et la trouve formée de *très petits globules sphériques ovoïdes*, mais la matière chimique de cette substance lui est inconnue.

Plus tard, il retrouve les mêmes globules « *dans la matière qui s'attache aux dents* ». Ne sachant à quoi attribuer l'origine des globules de cette matière, Lœwenhoeck suppose d'abord qu'il viennent de certaines nourritures où il en avait trouvé, comme dans le fromage ; « mais, comme il les rencontrait également chez ceux qui mangent du fromage et chez ceux qui n'en mangent pas, et comme ils ne ressemblaient en aucune façon aux mites, non plus qu'aux autres petites bêtes qu'on voit dans un fromage corrompu, il suppose que ces globules peuvent venir de l'eau de citerne que l'on boit, parce qu'il a observé des globules semblables dans l'eau du ciel, surtout dans celle qui a séjourné sur les toits. »

Qu'est ce que ces globules ? Tout ce que sait Lœwenhoeck, c'est qu'ils sont doués de mouvement. En tous cas, ce ne sont pas pour lui des êtres vivants ; il ne considérerait comme tels que les globules qu'on trouve dans la liqueur séminale parce que ceux-ci possèdent une queue.

Nous verrons que Buffon, qu'avaient beaucoup intrigué les idées de Lœwenhoeck, ramenait à un même

élément les globules sans queue qu'on rencontre dans les infusions, et les globules avec queue qui se trouvent dans la liqueur séminale, c'est-à-dire, « *les animalcules permatiques* » de Læwenhoeck. Cet élément commun, ce sera « *la molécule organique.* »

Avec la théorie des *Molécules organiques*, la fermentation s'explique facilement : « *toutes les substances animales et végétales renferment une grande quantité de cette matière organique et productive qui constitue les molécules organiques* ». Mais « *les particules actives de cette matière sont engagées dans des parties brutes, et pour les en séparer, il suffit de mettre les substances animales ou végétales infuser dans de l'eau. Alors les sels se fondent, les huiles se séparent et les parties organiques se montrent en se mettant en mouvement ; elles sont en plus grande abondance dans la liqueur séminale que dans toutes les autres substances animales, ou plutôt elles y sont dans leur état de développement et d'évidence, au lieu que dans la chair elles sont engagées et retenues par les parties brutes, et il faut les en séparer par l'infusion. Dans les premiers temps de cette infusion, lorsque la chair n'est encore que légèrement dissoute, on voit cette matière organique sous la forme de corps moivants qui sont presque aussi gros que ceux des liqueurs séminales ; mais à mesure que la décomposition augmente, ces parties organiques diminuent de grosseur et augmentent en mouvement ; et quand la chair est entièrement décomposée ou corrompue par une longue infusion dans l'eau, ces mêmes*

parties organiques sont d'une petitesse extrême et dans un mouvement d'une rapidité infinie. »

Voilà comme Buffon se représentait la fermentation putride ; et cette interprétation, du reste, s'applique, d'après lui, à toutes les espèces de fermentation.

« Lorsque, dit-il, le mouvement de ces petits corps est fort rapide et qu'ils sont eux-mêmes en très grand nombre dans la liqueur, elle s'échauffe à un point même très sensible, ce qui m'a fait penser que le mouvement et l'action de ces parties organiques des végétaux et des animaux pourrait bien être la cause de ce que l'on appelle fermentation. »

Fabroni, en 1787, dans un mémoire sur les fermentations, couronné par l'Académie de Florence, identifie la levure avec le gluten. « Cela donnait une indication sur la place que doit occuper la levure parmi les produits organiques. C'était l'assimiler aux matières dites alors *animales*, c'est-à-dire qui fournissent de l'ammoniaque à la distillation. » Fabroni s'explique ainsi : .

« La fermentation n'est que la décomposition d'une substance par une autre, comme celle d'un carbonate par un acide ou du sucre par l'acide nitrique. La matière qui décompose le sucre est la substance végétale animale ; elle siège dans des utricules particuliers, dans le raisin, comme dans le blé. En écrasant le raisin on mêle cette matière glutineuse avec le sucre, comme si on versait un acide et un carbonate dans un vase ; dès que les deux matières sont en contact, l'effervescence ou la fermentation y commence, comme cela a lieu dans toute autre opération de la chimie. »

La question de la fermentation réalisait ainsi un notable progrès.

Comme toujours, l'idée nouvelle souleva des protestations. C'est ainsi que Fourcroy, en 1799, résumant le travail de Fabroni dans les annales de chimie (1), le critique en ces termes :

« Je ferai remarquer que la substance glutineuse que le citoyen Fabroni regarde comme l'espèce de ferment constant du sucre, ne paraît pas être la seule matière susceptible de cet effet, puisqu'il semble que la fécule, le mucilage, l'extractif même en petites portions sont également capables de faire fermenter le corps sucré, comme on le voit dans le sirop, les miels pharmaceutiques. Il est vrai que le citoyen Fabroni peut toujours dire qu'il y a plus ou moins de matière végétale animale, dans ces diverses substances ; mais il manque à sa théorie d'avoir prouvé la présence de cette matière dans le moût de raisin, et dans les sucres fermentescibles divers. »

C'est ce même Fourcroy qui, en 1787, avait introduit dans la science l'expression de *fermentation alcoolique* pour remplacer celle de *fermentation spiritueuse* qu'il considérait comme consacrant une erreur.

La critique de Fourcroy n'empêcha pas Fabroni, dans un deuxième mémoire qu'il lut à la Société Philomatique de Paris, de préciser ainsi le rôle du gluten :

« La fermentation vineuse est la réaction sur le sucre

(1) Annales de chimie. T. **xxxi**.

d'une substance végétalo-animale (le gluten) que Becchari a découverte dans le froment. »

En somme, Fabroni attribue la fermentation à la réaction du gluten sur le sucre.

La levure de bière acquérait ainsi désormais un rôle important dans le phénomène de la fermentation. Ce rôle allait devenir capital après les expériences de Thénard.

En l'an VIII, une année après la publication en France du travail de Fabroni, l'Institut proposa pour question de prix la question suivante : *Quels sont les caractères qui distinguent dans les matières végétales et animales celles qui servent de ferment de celles auxquelles elles font subir la fermentation ?*

Thénard essaya de résoudre le problème, et publia en l'an XI un Mémoire sur la fermentation vineuse (1). Dans ce travail, il recherche quelle est la nature de ce corps intermédiaire par le moyen duquel la matière sucrée se change en alcool et acide carbonique et comment il agit sur le sucre.

Depuis longtemps, cette question le préoccupait. Il avait reconnu, bien avant Pasteur du reste, que la démonstration de Lavoisier était incomplète. Il le dit lui-même. Mais avec une modestie qu'on aimerait à rencontrer chez tous les savants ; il ne craint pas d'affirmer que seul Lavoisier eût été capable d'achever la solution du problème : « *Lavoisier, écrit-il, a bien senti qu'il n'avait fait qu'ouvrir la carrière, qu'il lui restait à*

(1) *Annales de Chimie*, an XI. T. XLVI, page 294 et suivantes.

la parcourir. Il l'eût fait sans doute, si la mort, jalouse de sa gloire, ne l'avait point enlevé aux sciences. »

Thénard était donc, depuis longtemps déjà, convaincu *à priori* que ni la matière extractive, ni le mucilage, ni le tartre de fermentation vineuse ne pouvaient être des principes fermentescibles, comme on le croyait alors. Pour lui, il ne devait y avoir *qu'un seul ferment, par-tout le même.*

C'est donc guidé par l'idée que la levure doit jouer un rôle actif dans la fermentation que Thénard fit ses expériences sur le jus de groseilles. Il faut lire les détails qu'il en donne dans son mémoire, détails qui sont tout simplement une merveille d'observations, et qui ne laissent pas de séduire quand on réfléchit que ce mémoire a été écrit 57 ans avant le Mémoire similaire de Pasteur.

Il choisit le jus de groseilles de préférence à tout autre parce que, dit-il, « *c'est celui dont la fermentation est la plus prompte et la plus propre par conséquent à jeter du jour sur les causes qui la produisent.* » Laissons la parole à Thénard.

« *J'exprimai dans un linge d'un tissu serré le suc d'un kilog de groseilles ; il était trouble et tenait en suspension une matière légèrement gluante que je séparai par le filtre et que je lavai à grande eau. Comme rien n'est à négliger dans les sciences d'observations et que le plus souvent le plus petit fait conduit à de grands résultats, je soumis cette matière à un examen suivi. Mon premier soin fut de la mettre avec du sucre*

et de l'eau pour savoir si elle serait susceptible de le faire fermenter. Bientôt en effet, je vis se dégager beaucoup de bulles d'un fluide élastique, que je reconnus pour être de l'acide carbonique. L'effervescence dura huit jours, et au bout de ce temps, la liqueur très agréable à boire, n'était plus que légèrement sucrée ; elle contenait beaucoup d'alcool, et imitait à s'y tromper, un vin qui n'est point encore totalement fait. »

Dès lors Thénard était bien convaincu que la substance qu'il cherchait était contenue dans la matière gluante employée. Or, il constate que « *un sixième seulement de son poids pouvait opérer la décomposition du sucre* ». Donc le principe fermentescible n'y était contenu qu'en petite quantité.

Mais quel était ce ferment ?

Comme il le trouve « *insoluble dans l'alcool et dans l'eau, sans action sur la teinture de tournesol, sur le bleu de violette* », il en conclut qu'il est de nature animale, c'est-à-dire qu'il est composé d'azote, d'oxygène, de carbone et d'hydrogène.

Il refait l'expérience, sur un litre de suc filtré et parfaitement clair. La fermentation produit un « *dépôt blanc, jaunâtre, gluant, sans saveur* » ; ce dépôt « *brunissait à l'air en se desséchant et y devenait légèrement acide. Projeté sur du charbon rouge, il y brûlait à la manière des matières animales ; distillé dans une petite cornue il donnait beaucoup de carbonate d'ammoniaque. Il faisait fermenter le sucre avec une promptitude extrême.* »

Thénard conclut : « *que ce dépôt est une matière entiè-*

rement analogue à la levure de bière ». Or, cette levure, il la retrouve dans tous les jus sucrés en fermentation ; « *le moût de raisin, dit-il, et le suc de cerises, celui de poire, de pêche, de pomme, la décoction d'orge, de blé donnent en fermentant de la levure.* »

On savait aussi, Cullen l'avait remarqué, que le miel étendu d'eau, et l'urine des diabétiques se changent avec le temps en liqueurs spiritueuses.

Or, Thénard constate que cette transformation s'accompagne d'un dépôt de levure. C'est donc partout la même matière qu'on retrouve. Cette matière, Thénard l'appelle : *ferment*.

Ce ferment a des propriétés bien intéressantes qui n'échappent pas à notre savant : c'est ainsi, qu'il faut infiniment peu de ferment pour produire la fermentation. « *La quantité de ferment décomposé, dit-il, est très petite ; cent parties de sucre n'exigent que deux parties et demie de ce corps, supposé sec et pur pour leur décomposition totale.* » Mais ce n'est pas tout, ce ferment peut, par la dessiccation, perdre les trois quarts de son poids, et, une fois desséché, il est encore propre à déterminer la fermentation : « *et peut se conserver indéfiniment sans s'altérer.* »

L'eau bouillante, au contraire, le décompose, l'acide nitrique fait de même. Il n'y a donc plus de doute possible : « *le germe de la fermentation est de nature animale.* »

Maintenant quel est le rôle exact de ce ferment ? Thénard a fort bien senti que ce ferment devait avoir un rôle très actif dans la fermentation, et que celle-ci n'était

pas seulement un acte de dédoublement du sucre ; comme l'avait établi Lavoisier. « *C'est en enlevant au sucre une partie de son oxygène, dit-il, que le ferment fait naître la fermentation.* »

Car le ferment « *a beaucoup d'attraction pour l'oxygène* ». Et ce n'est pas seulement au moyen d'une partie de son carbone que le ferment enlève de l'oxygène au sucre, mais encore au moyen d'une partie de son hydrogène.

Ainsi la fermentation résultait, dans l'esprit de Thénard, d'une association entre les éléments du ferment et ceux du sucre, d'une *décomposition* du ferment. Et Thénard montra que si on mettait ensemble vingt parties de levure fraîche et cent parties de sucre, on trouvait après la fermentation 13.7 parties d'un résidu insoluble, encore actif, et qui, épuisé par le contact d'une nouvelle quantité de sucre se réduisait à 10 parties. Or : « *ce dernier résidu était blanc, présentait toutes les propriétés du ligneux et n'exerçait aucune action sur une nouvelle quantité d'eau sucrée* ». L'expérience était exacte et devait bien intriguer Pasteur.

Avec cette interprétation nouvelle, il restait un point à éclaircir : Où passe l'azote du ferment ? « *Il faudra voir, dit Thénard, dans son traité de chimie (1), ce que peut devenir l'azote du ferment décomposé. Il ne se trouve point mêlé au gaz carbonique ; il n'entre point dans la composition de la matière blanche insoluble ; il ne fait point partie d'une petite quantité d'une matière très*

(1) Thénard. *Traité de chimie*, 6^e édition, t. V, page 65.

soluble que l'on trouve dans la liqueur avec l'alcool. L'alcool n'en renferme pas ; de sorte que la question de savoir ce que devient l'azote du ferment est encore à résoudre. »

Pourtant, les chimistes d'alors admettaient, d'après l'affirmation de Doëbereiner, que l'azote de la levure se retrouvait dans la liqueur à l'état de sel d'ammoniaque.

Mais Thénard n'avait pas donné foi à cette assertion.

À cette époque, la différenciation des différentes fermentations n'était pas encore bien nette.

Thénard eut assez de perspicacité pour voir, par exemple, que la fermentation *panaire*, que l'on considérerait comme une fermentation spéciale, se composait, en réalité, de fermentation alcoolique et de fermentation acétique : « *La levure ou levain, en agissant sur le sucre de la farine et sur celui qui provient de l'amidon donne lieu successivement aux fermentations spiritueuse et acide, et par conséquent à de l'alcool, de l'acide acétique et du gaz acide carbonique (1).* »

Cependant, VOGEL assurait que la farine de froment dont il avait enlevé le sucre par d'abondants lavages à l'eau froide, était encore capable de fermenter lorsqu'on la mêlait à de la levure (2). Thénard répondit que *c'est parce que, une partie de l'amidon se changeait d'abord en sucre*. Du reste, KIRGHOFF avait déjà annoncé que : « *Quand on a mêlé du gluten pulvérisé à de l'empois*

(1) *Traité de chimie élémentaire*. 3^e édition, t. IV. page 394.

(2) *Journal de pharmacie*, t. III, page 214.

d'amidon et égal en poids à la moitié de l'amidon que l'empois contenait, il s'est toujours formé du sucre dans l'espace de 10 à 12 heures. »

De même, l'acétification des liqueurs alcooliques était bien apparue à Thénard comme une simple fermentation qui, comme la fermentation sucrée, nécessitait le concours de la levure, c'est-à-dire d'un ferment.

« L'alcool pur ou étendu d'eau, écrit-il, ne devient jamais acide par lui-même ; il le devient au contraire lorsque convenablement affaibli, on le mêle avec de la levure. »

Chaptal montrait, en même temps, que : *un litre d'eau-de-vie à 19° dans laquelle on délaie avec soin quinze grammes de levure et un peu d'empois produit du vinaigre extrêmement fort qui commence à se développer le cinquième jour de l'expérience. « On doit conclure, dit Thénard, que le ferment joue un rôle important et encore inconnu dans la conversion du vin en vinaigre. » (1)*

En somme, Thénard avait bien vu que la production d'alcool et d'acide carbonique par exemple est le résultat de différentes combinaisons chimiques entre le ferment et le sucre. C'était là un grand pas de fait dans l'explication du problème. Malheureusement Thénard avait constaté dans ses expériences une diminution de poids dans la levure pendant la fermentation ; et il en avait tout naturellement conclu que la formation d'alcool et d'acide carbonique doit-être le résultat de la des-

(1) Thénard : *Traité de chimie*, p. 494.

truction du ferment, alors qu'au contraire elle est la condition essentielle de sa vie et de sa multiplication.

Mais nous savons aujourd'hui que dans les circonstances de son expérience, son observation était exacte ; nous savons que dans un milieu épuisant comme de l'eau sucrée, la nourriture fait faute aux globules de levure ; les globules jeunes se développent aux dépens des vieux, et, comme il ne se forme pas assez de globules nouveaux pour compenser la perte de poids que les globules anciens subissent, il en résulte une destruction progressive de la levûre.

En même temps que Thénard, PROUST et Th. DE SAUSSURE faisaient d'actives recherches sur la fermentation putride. Mais, guidés par cette idée que la fermentation résulte de la décomposition du ferment, ils se cantonnent dans un cadre exclusivement chimique, et se contentent de rechercher dans quelles proportions les éléments du ferment s'associent aux éléments des corps en présence : sucre, eau, oxygène de l'air, pour former les nouveaux corps qui résultent de la fermentation.

Malgré tous ses efforts, Thénard, n'était pas parvenu à modifier beaucoup l'opinion des chimistes de son temps qui restaient disciples fidèles de Lavoisier. Cela, au reste, peut s'expliquer dans une certaine mesure, quand on réfléchit qu'à cette époque, la chimie s'annonçait comme devant tout expliquer, aussi bien les phénomènes de la nature que les phénomènes physiologiques. Sans doute les calculs de Lavoisier n'étaient pas tout à fait exacts ! Sans doute aussi la correction appor-

tée par Gay-Lussac était hypothétique ! Qu'importait ? Il était entendu que la vérité énoncée par le maître était absolue.

On juge de l'enthousiasme des esprits cultivés, lorsqu'en 1828 DUMAS et BOULAY montrèrent qu'on fait disparaître toute incorrection dans l'interprétation de Gay-Lussac en admettant que le sucre s'assimile les éléments d'une molécule d'eau avant d'être saisi par la fermentation alcoolique. Cette interprétation, conforme à l'expérience, rétablissait tout : la vérité de l'idée de Lavoisier, la correction des calculs de Gay-Lussac.

On ne se préoccupait pas, du reste, de savoir ce que venait faire cette molécule d'eau, ni quelle influence la faisait intervenir dans le phénomène ; on ne voyait qu'une chose : l'exactitude absolue de l'expérience de Lavoisier. Pour la chimie naissante, la levure était gênante, et on la faisait disparaître dédaigneusement des calculs. Et, du reste, pouvait-on attacher une importance à cette levure, « *espèce d'écume superficielle ou de dépôt de fond des cuves de brasserie* ? Vraiment elle paraissait trop peu de chose à des chimistes qui venaient de s'épuiser à résoudre un problème dont ils croyaient avoir trouvé la clef. Aussi pensait-on lui enlever toute importance en l'écartant dédaigneusement des calculs.

Pourtant quelques esprits, moins prévenus, se laissaient vivement intriguer par cette levure dont l'interprétation de Lavoisier ne tenait aucun compte, et dont la présence était indispensable pour mettre en train une fermentation.

C'est à ce moment (1825) que Desmazières, reprenant

une idée émise en 1680 par Lœvenhoeek et oubliée depuis, fait faire à la question un progrès assez sensible. Il étudia au microscope la constitution de la pellicule qui se forme à la surface de la bière et que Persoon, en 1822, avait appelée *mycoderma cerevisiæ*.

Le microscope était pourtant bien imparfait à cette époque. Il sut néanmoins reconnaître que la pellicule en question est formée d'une multitude de capsules hyalines ovoïdes, qui, d'après lui, peuvent se souder bout à bout pour former des tubes plus ou moins rameux. Il reconnut que ces tubes sont doués de mouvements particuliers ; il est convaincu de leur vie *animale* et les range parmi les *infusoires*.

Cagniard-Latour, en 1835, introduisit dans la question une idée nouvelle. Avant lui, on considérait la levure comme un principe immédiat des végétaux qui avait la propriété de se précipiter pendant la fermentation. C'est le microscope en mains qu'il entreprit ses recherches et étudia les phénomènes de la fermentation vineuse.

Déjà dans une lettre adressée à l'Académie des Sciences le 25 avril 1835, il déclare que *les grains dont la levure se compose ont une forme globuleuse, et que, très probablement, ces grains sont organisés.* »

Cette conception, du reste, ne lui était pas venue de prime abord ; il le dit lui-même : « *Il y a plus de vingt-cinq ans, écrit-il lui-même en 1837, que j'avais eu la curiosité d'examiner la levure fraîche au microscope. L'instrument dont je me servais alors était très imparfait ; aussi avais-je cru que cette levure était comme un*

sable très fin composé de grains cristalloïdes ; mais il est évident maintenant que j'ai été induit en erreur. »

Dans un mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 12 juin 1837, il constate que les globules de levure sont « *en général simples, diaphanes, sphériques ou très légèrement allongés, et à peu près incolores.* » Pour lui, « *les globules de levure sont organisés* » ; ils sont si petits que « *dans un millimètre cube de levure en pâte ferme, il se trouve probablement un million pour le moins de ces individus globuleux.* » Fait important : « *Les globules de levain, pendant leur action sur le moût de bière, diminuent de volume et, par cette contraction, émettent des sèminules, ou corps reproducteurs ; et l'on ne tarde pas à découvrir dans le moût des globules nouveaux. Ces globules nouveaux, qui ne s'apercevaient pas d'abord, paraissent avoir la propriété de se reproduire par bourgeons, et de pouvoir former ainsi des globules multipliés, c'est-à-dire soudés par deux, par trois.* » Les globules du ferment paraissent susceptibles de pouvoir se développer très promptement ; car, tandis qu'aussitôt après l'introduction du levain dans la cuve du brasseur, on ne trouve « *moyennement que dix-huit globules dans le champ du microscope armé d'un grossissement de 300 fois, on en trouve au contraire 80 à 100, 7 heures après la mise en levain.* »

En somme, pour Cagniard-Latour, d'une part, la levure est constituée par une multitude d'être vivants « *susceptibles de se reproduire par bourgeonnement* » ; et, d'autre part, « *ces corps vivants n'agissent sur le sucre que par l'effet de leur végétation.* »

Voilà qui ne laisse aucune équivoque ni sur la nature de la levure, ni sur son rôle dans la fermentation.

En même temps que Cagniard-Latour, **Kutzing** et **Schwann** (1835) firent en Allemagne les mêmes constatations.

SCHWANN dit nettement que l'air est rempli de levures qu'il appelle *germes*, et que ce sont ces germes qui mettent en train la fermentation.

Gay-Lussac avait dit que l'oxygène de l'air suffisait à provoquer le dédoublement du sucre. Mais Schwann était convaincu qu'un être vivant était seul responsable du phénomène. Il fait arriver dans des flacons d'infusion de l'air qui passe dans un bain d'alliage fusible. Il n'obtient aucune fermentation. Il démontre ainsi que l'oxygène ne suffit pas à mettre en train une fermentation ; « *ce qui manque*, dit-il, *c'est quelque chose contenu dans l'air et que la chaleur détruit.* » Schwann va plus loin ; il précise la nature de ce quelque chose ; comme il l'a trouvé sensible à l'arsenic, il en conclut que c'est un germe *végétal* ; et si ce n'est pas un germe d'ordre animal, c'est simplement parce qu'il est insensible à l'action de la noix vomique, laquelle tue les animaux. Du reste, en 1835, il avait reconnu au microscope que les globules de la levure étaient des êtres vivants susceptibles de se reproduire par bourgeonnement. Bientôt il retrouve la levure dans le dépôt des boissons fermentées. Puis, il s'assure que la fermentation ne commence que quand il y a de la levure présente, et s'arrête dès que la levure cesse de se multiplier. Il fut ainsi tout naturellement amené à conclure que la fermentation est

fonction de la multiplication de la levure, que celle-ci se nourrit de sucre, et rejette sous forme d'alcool tout ce qu'elle ne peut employer.

Ainsi à la théorie purement *chimique* de la fermentation venait se substituer ou plus exactement se surajouter la théorie *vitaliste* telle que nous l'acceptons presque textuellement aujourd'hui.

Le problème était à peu près complètement résolu.

Malheureusement, le manque de précision de la nouvelle doctrine et son peu de développement, l'incertitude des expériences sur lesquelles elle s'appuyait, et puis surtout, sans doute, son caractère de vérité nouvelle lui firent refuser la confiance des esprits. N'est-ce pas à ce moment en effet qu'HELMOLTZ qui venait d'entreprendre une série de travaux sur la génération spontanée, affirma avec expériences à l'appui que : si les germes de l'air sont capables de déterminer la fermentation alcoolique, ils sont absolument inutiles à produire la putréfaction de la viande ?

Aussi la théorie de Cagniard-Latour et de Schwann eut le sort de toutes les idées nouvelles qui font leur apparition dans une société imbue de préjugés. Du reste ; ce qui s'est passé à ce moment là n'est pas un fait unique dans l'histoire. On a bien nié la possibilité de voyager en chemin de fer, et pourtant c'était une conception bien moins ardue que celle de la fermentation considérée comme phénomène vital. Un académicien, n'a-t-il pas crié à la supercherie et au ventriloque quand on a fait fonctionner devant lui le phonographe ? — Et pourtant il n'y avait qu'à ouvrir les yeux et les oreilles.

Rien d'étonnant, par conséquent, que devant les explications encore hésitantes de Cagniard-Latour et de Schwann, **Liebig**, qui avait placé toute sa foi, dans la chimie ait crié au scandale ; la chimie, en effet, venait de faire de si belles choses qu'elle s'était crue et qu'on l'avait crue capable de plus encore :

« Elle travaillait de son mieux à tout expliquer, jusqu'aux phénomènes les plus mystérieux de la vie par le simple jeu des forces physiques et chimiques. Et voilà que dans un coin reculé et mal connu de la science elle voyait apparaître sous forme de *Cause animée*, ces forces vivantes qu'elle expulsait peu à peu du domaine de la physiologie. Cela lui paraissait un recul. »

« *En quoi, disait Liebig, l'explication d'une fermentation vous paraîtra-t-elle plus claire, quand vous y aurez introduit un être vivant ? Si encore il y en avait partout.*

Mais, vous voyez vous-mêmes qu'il n'y en a pas dans les putréfactions. Admettez, si vous le voulez, bien que cela paraisse fort extraordinaire, que la viande et le sucre se détruisent par des voies différentes. Mais le sucre peut subir des fermentations variées très voisines de la fermentation alcoolique et même l'accompagnant fréquemment : fermentations lactique, butyrique, etc... Trouvez-vous, dans ces fermentations, rien qui ressemble à de la levure ? Ne se comportent-elles pas absolument comme des macérations de viande ? Votre explication boîte et rencontre des obstacles à chaque pas. Pour moi, au contraire, ces transformations présentent un caractère commun, c'est de s'accomplir toutes en

présence d'une matière organique en voie de décomposition. On met en train une fermentation lactique, butyrique au moyen de vieux fromages, de viande pourrie. Pour la fermentation alcoolique, Colin a montré, en 1828, qu'on pouvait la provoquer au moyen d'une foule de substances organiques azotées, différentes de la levure de bière à la condition qu'elles soient en voie de décomposition. Ce sont ces matières mortes qui sont le ferment. Je n'oublie pas, du reste, les expériences de Thénard, sur la production quasi constante de la levure de bière dans les jus en fermentation ; je n'oublie pas davantage les conclusions de Cagniard-Latour et Schwann. Mais cette levure ne m'embarrasse pas ; elle rentre dans mon système. Si vous admettez qu'elle vit, vous admettez aussi qu'elle meurt. Or, c'est en mourant qu'elle agit, par suite de la décomposition qu'elle subit à ce moment ; de cela Thénard va vous fournir la preuve. »

Thénard avait vu, en effet, qu'en mettant vingt parties de levure au contact de cent parties de sucre candi, en dissolution dans l'eau, on obtenait une fermentation rapide et régulière, après laquelle la levure restante, réunie sur un filtre, ne pesait plus que 13 gr. 3. Mais au contact d'une quantité nouvelle et égale de sucre, ce résidu donnait une fermentation plus lente que la première fois, après laquelle il se réduisait à 10 grammes et était incapable de provoquer une fermentation nouvelle.

Cette expérience démontrait clairement aux yeux de

Liebig que la levure se détruisait et s'usait en agissant.

Toutefois, Liebig savait bien que dans la fermentation de la bière et du vin blanc, la levure, loin des' user, ne fait, au contraire, qu'augmenter. Mais cette multiplication indéniable, il l'expliquait facilement : tous les liquides fermentescibles contiennent ce qu'il appelait du *gluten*, ce que nous appellerions aujourd'hui des *matières albuminoïdes*. Au contact de l'air, ce gluten s'oxyde et se précipite sous forme de levure.

En conséquence, à mesure qu'une partie de la levûre se détruit en agissant, une autre se reforme ; s'il s'en forme plus qu'il ne s'en détruit, c'est le cas dans la cuve du brasseur ; s'il s'en détruit plus qu'il s'en forme, c'est le cas de l'expérience de Thénard, dont nous parlions tout à l'heure.

Quant à l'explication profonde du phénomène, Liebig n'avait eu qu'à reprendre les idées de Willis et de Stahl, sur le mouvement intérieur d'une masse en fermentation, en attribuant au ferment la propriété motrice : « *La levure de bière, et en général toutes les matières animales et végétales en putréfaction, reportent sur d'autres corps l'état de décomposition dans lequel elles se trouvent elles-mêmes. Le mouvement qui, par la perturbation d'équilibre, s'imprime à leurs propres éléments, se communique également aux éléments des corps qui se trouvent en contact avec elles.* » Ainsi Liebig, sans nier ni accepter formellement l'organisation du globule de levure, se bornait à nier son rôle vital dans le phénomène de la fermentation. Pour lui la fermentation se

résumait dans « cette conception à demi mystique du mouvement spontané. »

A ce moment, une autre théorie, celle de BERZÉLIUS, admettait que le ferment n'avait qu'une action de présence et provoquait la décomposition de la matière organique, sans lui rien emprunter, et sans lui rien céder, en restant tel, à la fois, en quantité et en qualité, qu'il était au commencement. Mais cette théorie était restée dans l'ombre. Au contraire, la doctrine de Liebig, professée avec un rare talent par son auteur en 1839, fut acceptée de tous et prit la forme d'un dogme. C'est à ce dogme qu'allaient s'attaquer les quelques savants qu'elle ne persuadait pas.

Les expériences de Cagniard-Latour et son argumentation avaient manqué de précision ; de là était venue toute leur infortune. Il suffisait de les reprendre en y ajoutant un peu de clarté et de méthode pour les imposer aux esprits qu'elles n'avaient pas su captiver et anéantir du même coup la doctrine de Liebig. C'est ce qu'allait faire **Pasteur**.

Sur les causes qui ont conduit Pasteur à étudier les fermentations, il y a lieu de nous arrêter un instant.

Laissons d'abord parler Pasteur. Il dit, dans l'avant-propos de son mémoire sur la fermentation lactique (1) : « On s'étonnera peut-être de me voir aborder un sujet de chimie physiologique bien éloigné de mes premiers travaux... J'ai établi que l'alcool amylique, contrairement à ce que l'on avait cru tout d'abord, était une

(1) Annales de physique et de chimie 3^e série. T. LII.

matière complexe formée de deux alcools distincts, isomères, l'un déviant à gauche le plan de polarisation de la lumière, l'autre dépourvu de cette action. La similitude des propriétés de ces alcools est extrême. Mais ce qui leur donne une valeur particulière dans la direction d'études que j'ai adoptées, c'est qu'ils ont offert la première exception connue à la loi de corrélation de l'hémiedrie et du phénomène rotatoire moléculaire. Je résolus alors de déterminer, s'il était possible, les causes de leur production simultanée et leur véritable origine sur laquelle certaines idées préconçues me portaient à ne point partager l'opinion commune. La constitution moléculaire des sucres me paraît très différente de celle de l'alcool amylique. Si cet alcool, lorsqu'il est actif, avait le sucre pour origine, comme tous les chimistes l'admettent, son action optique serait empruntée à celle du sucre. C'est ce que je répugne à croire, parce que toutes les fois que l'on essaie de suivre la propriété rotatoire d'un corps dans ses dérivés, on la voit disparaître promptement. Il faut que le groupe moléculaire primitif se conserve en quelque sorte intact dans le dérivé, pour que ce dernier continue d'être actif, puisque la propriété optique est toute entière dans une disposition dissymétrique des atomes élémentaires. Or, je trouve que le groupe moléculaire de l'alcool amylique est trop distant de celui du sucre, pour que, s'il en dérive, il en retienne une dissymétrie d'arrangement de ses atomes. Je le répète, ce sont là des idées préconçues. Elles suffisaient cependant pour me déterminer à étudier quelle pourrait être l'influence du

ferment dans la production des deux alcools amyliques. » Et Duclaux conclut : « *Se rappelant alors que la vie est seule capable de créer de toutes pièces des dissymétries nouvelles, Pasteur se trouvait tout naturellement à interposer entre l'alcool et le sucre un être vivant, bref à faire de la fermentation un acte vital.* »

Or, que Pasteur ait fait sur le pouvoir rotatoire de l'alcool amylique les réflexions qui précèdent, rien d'étonnant : le résultat de ses recherches antérieures sur les propriétés optiques, chimiques et cristallographiques des corps l'y conduisait. Mais que cette subtile constatation ait été l'origine de ses études sur la fermentation, cela nous semble bien peu probable. Il eût été, il est vrai, tout à fait à l'honneur du raisonnement scientifique que Pasteur fût amené par une simple déduction à formuler la théorie vitaliste de la fermentation pour expliquer le phénomène chimique qui paraissait une anomalie. Mais cette théorie vitaliste était posée depuis longtemps et Schwann avait dit nettement que la levure se nourrit aux dépens du sucre et rejette sous forme d'alcool ce qu'elle ne peut employer.

Pasteur n'avait qu'à marcher dans la voie ouverte. Et son rôle restait tellement limité qu'il consacra son premier travail à la fermentation lactique. Or, la fermentation alcoolique était beaucoup plus importante au point de vue industriel, et il eut été plus naturel que Pasteur donnât tout d'abord au monde la solution qu'il attendait. Mais nous savons, et Pasteur savait bien que la fermentation alcoolique était déjà « *déflorée*, » c'est-à-dire par-

faitement connue depuis les travaux de Cagniard-Latour et de ses contemporains.

La fermentation lactique, au contraire, avait reçu de ces savants une interprétation que Liebig avait contestée.

Tout le monde savait, comme le dit Pasteur, qu'en ajoutant à de l'eau sucrée de la craie, plus une matière azotée telle que le caséum, le gluten, etc.... le sucre se transforme en acide lactique. FRÉMY et BOUTROY en 1841 avaient vu que la formation de l'acide lactique dans le bouillon de fermentation arrête au bout d'un certain temps l'action du caséum ; ils avaient vu aussi que, *en saturant de temps à autre le liquide par du bicarbonate de soude on arrive à transformer tout le sucre.* Puis PELOUZE et GÉLIS, en ajoutant de la craie au bouillon de fermentation, maintenaient ainsi constamment la neutralité, et l'opérateur n'avait plus à exercer aucune surveillance.

« Cependant, écrit Pasteur, l'explication du phénomène de la fermentation lactique restait très obscure ; des recherches minutieuses n'ont pu jusqu'à présent faire découvrir le développement d'êtres organisés. Les observateurs qui en ont reconnu, ont reconnu en même temps qu'ils sont accidentels et nuisent au phénomène. »

Soit. Mais n'oublions pas que si Liebig, avec sa théorie du ferment considéré comme substance éminemment altérable et agissant par sa décomposition, avait contesté l'interprétation que Cagniard-Latour et Schwann avaient donnée de la fermentation lactique, celle-ci n'en existait pas moins. Le rôle de Pasteur devait donc se

borner à lui rendre le sens que ces deux derniers auteurs lui avaient donné, et que lui-même avait accepté.

Du reste, quelqu'un n'avait-il pas affirmé déjà que toutes les fermentations devaient avoir un ferment pour origine ? Et le ferment lactique que Pasteur allait découvrir n'avait-il pas été déjà signalé par Rémak et Blondeau ?

Rien donc de plus naturel pour Pasteur que d'étudier ce ferment.

Il s'y attache et le trouve d'ailleurs analogue à la levure de bière. « *Au microscope, dit-il, cette levure est formée de petits globules ou d'articles très courts, isolés ou en amas, constituant des flocons irréguliers. Les globules sont beaucoup plus petits que ceux de la levure de bière... Cette levure peut être recueillie et transportée au loin sans perdre son énergie. Son activité n'est qu'affaiblie quand on la dessèche ou qu'on la fait bouillir avec de l'eau... Il faut très peu de cette levure pour transformer un poids considérable de sucre... Nous retrouvons là tous les caractères généraux de la levure de bière.* » Ce ferment se multiplie comme elle et forme au fond des ballons un dépôt grisâtre dont une trace suffit pour mettre en train une fermentation. Enfin, ce ferment, comme tout être vivant, a ses exigences : « *sa pureté, son homogénéité, son développement libre sans aucune gêne à l'aide d'une nourriture très bien appropriée à sa nature individuelle, voilà, dit Pasteur, l'une des conditions essentielles des bonnes fermentations.* »

Ayant ainsi confirmé, en les précisant, les idées de Schwann, sur la fermentation, Pasteur termine son mé-

moire par cette conclusion bien intéressante en ce qu'elle nous donne l'idée exacte qu'il se faisait de la fermentation en général. « *Il m'est avis, au point où j'en suis de mes connaissances sur ce sujet que quiconque jugera avec impartialité les résultats de ce travail, reconnaîtra avec moi que la fermentation s'y montre corrélative de la vie, de l'organisation de globules, non de la mort ou putréfaction de ces globules, pas plus qu'elle n'y apparaît comme un phénomène de contact où la transformation du sucre s'accomplirait en présence du ferment sans lui rien donner, sans lui rien prendre.* »

On ne peut s'empêcher de constater ce que cette interprétation de la fermentation a d'incertain et d'hésitant. On y lit que la fermentation est un phénomène corrélatif d'un acte vital. Mais Pasteur n'y affirme pas que la fermentation est l'acte vital lui-même. Du reste, Pasteur avoue à la fin de son mémoire que rien de ce qu'il a dit n'est démontré. « *Si on venait me dire que, dans mes conclusions, je vais au-delà des faits, je répondrais que cela est vrai, en ce sens que je me place franchement dans un ordre d'idées qui, pour parler rigoureusement, ne peuvent être irréfutablement démontrées.* » Cet aveu constitue pour nous la preuve qu'à ce moment (1858) Pasteur n'était guère encore que le disciple de ses devanciers dans la doctrine vitaliste de la fermentation ; il avait été frappé par la justesse de leurs idées ; il leur avait emboîté le pas, et c'est parce que leur système lui paraissait parfaitement logique, qu'il se donnait « *le plaisir d'y croire.* »

Deux ans plus tard, il publie son Mémoire sur la fermentation alcoolique. Ses idées se précisent et s'affirment plus nettement. Dans ce mémoire, il s'attache d'abord à démontrer que l'interprétation proposée par Lavoisier est fausse : ce qui était déjà reconnu du reste, puisque depuis Schwann on savait que dans toute fermentation il entre un élément vital dont Lavoisier n'avait tenu aucun compte. Pasteur complète ensuite l'équation de Lavoisier en montrant qu'outre l'alcool et le sucre il se forme toujours de l'acide succinique et de la glycérine : rectification tout à fait exacte, mais qui avait le seul défaut de n'être pas nouvelle.

Dès 1856, en effet, DUFUNFRAUT avait démontré que les choses ne se passaient pas aussi simplement que l'avait cru Lavoisier, et qu'il faut rendre compte, dans l'expérience, de la production d'une certaine quantité d'acide succinique et de glycérine. Il avait même vu que *si, pour un poids donné de sucre, les quantités d'alcool et d'acide carbonique produites sont constantes, au contraire les quantités de glycérine et d'acide succinique sont variables et d'autant plus abondantes que la fermentation est plus lente et la levure moins active.*

Quoi qu'il en soit, le côté chimique du problème était enfin complètement éclairci.

D'autre part, nous savons que Liebig, s'appuyant sur une expérience célèbre de Thénard, soutenait que c'est aux dépens des matières organiques en décomposition que la fermentation s'effectue : *« c'est en mourant que la levure agit par suite de la décomposition qu'elle subit à ce moment. »* Pasteur était ainsi amené à con-

cevoir la fameuse expérience par laquelle il montra qu'une semence de levure peut fort bien prospérer dans un liquide privé de toute matière organique azotée. Il composa un milieu ne contenant que du sucre candi parfaitement pur, divers sels minéraux destinés à fournir aux globules de levure les éléments de leur squelette, et un sel ammoniacal destiné à lui fournir l'azote. Dans ce milieu tout artificiel, il vit la fermentation se produire, et la cellule de levure se multiplier. Or, pour se développer, celle-ci devait emprunter tous les éléments de ses tissus, non pas à la matière organique puisqu'il n'y en avait pas, mais au sucre et à l'ammoniaque; le sucre lui fournissait le carbone, et l'ammoniaque l'azote.

Hâtons-nous de faire remarquer, du reste, que ce milieu minéral propre au développement de la levure ne fut pas trouvé du premier coup.

Mais, quand après quelques tâtonnements, l'expérience eût réussi, la théorie de Liebig avait vécu. On avait en même temps l'explication de l'expérience de Thénard qui avait vu la levure ensemencée dans l'eau sucrée diminuer de poids. On comprend que la levure a beaucoup plus de peine à vivre dans un milieu purement minéral où elle doit former tous les matériaux constitutifs de ses tissus, que dans du jus de raisin ou du moût de bière, où elle trouve tout faits des éléments utilisables. Or, si au lieu d'un milieu composé de sels minéraux et d'ammoniaque, un milieu chimique complet, en somme, comme celui qu'utilisait Pasteur, on se sert uniquement d'eau sucrée comme l'avait fait Thénard, on comprend que la levure aura plus de difficultés encore à s'y déve-

lopper, et que les globules nouveaux seront obligés, pour vivre, d'emprunter leur nourriture, non pas au milieu, lequel n'a rien à leur service, mais aux globules anciens ; *les jeunes mangent les vieux*. Et comme il ne se forme pas assez de globules nouveaux pour compenser le nombre de globules vieux épuisés, eh bien ! le poids total de levure diminue.

Cette expérience confirmait tout naturellement la théorie vitaliste de la fermentation.

En même temps, Pasteur montrait qu'une fermentation donnée est due à un ferment donné ; que le ferment lactique, par exemple, lequel a la forme d'une petite cellule étranglée en son milieu, est bien différent du ferment alcoolique, lequel est une cellule plus grosse, d'aspect plus compliqué, dont l'intérieur est composé d'une masse différenciée, tandis qu'elle est homogène dans le ferment lactique. On avait, jusqu'alors, étudié surtout la levure de bière, et on la croyait capable de produire toutes sortes de fermentations. Du reste, on n'était pas bien fixé à cet égard, et Boutroy et Frémy enseignaient que des fermentations successives pouvaient se dérouler dans un même milieu, avec ou sans ordre, suivant le mode et le progrès de la décomposition de la matière azotée. On croyait encore que les fermentations butyrique et mammitique accompagnent la fermentation lactique. Pasteur montra précisément que chaque ferment est *spécifique*, et que le ferment lactique, par exemple, ne peut pas plus donner de l'alcool que le ferment alcoolique ne donne de l'acide lactique. Il montra enfin que si plusieurs fermentations peuvent fonctionner

dans le même bocal, cela tient à ce que les germes y sont mélangés, et qu'au contraire cela n'arrive plus dès qu'on cultive dans des bouillons nutritifs et limpides un ferment pur.

Remarquons, il est vrai, que Pasteur était tout naturellement conduit vers cette conception de la spécificité des ferments, par ses travaux et par des travaux antérieurs. En effet, on connaissait la levure de bière sous le nom de *Cryptococcus cerevisiæ*, nom que Pasteur change en celui de *Fermentum alcoolicum*; — le ferment lactique avait été signalé par REMAK et BLONDEAU; — JACQUEMART avait découvert le germe qui produit la fermentation ammoniacale de l'urine; Müller et Van Tieghem l'avaient étudié ensuite.

La fermentation putride était, depuis EHREMBERG, rapportée à deux espèces de ferments : les uns, qui vivent sans oxygène et agissent comme les bactéries de la fermentation butyrique; les autres, analogues au mycoderma aceti, vivent au contact de l'air sur les matières acides. Le mycoderma aceti avait été signalé par le botaniste PERSOON (1) en 1822, puis étudié par DESMAZIÈRES (2) en 1826.

On voit qu'il suffisait de rassembler les faits disséminés dans l'histoire pour conclure à la spécificité des ferments. Nous n'en voulons pour preuve que le fait suivant : pendant qu'il recherchait le ferment butyrique, Pasteur trouve dans le liquide de fermentation des bâ-

(1) Persoon. *Mycologia Europæa*, t. I, p. 96.

(2) Desmazières. *Annales des Sciences naturelles*, 1^{re} série, T. X.

tonnets allongés et mobiles. Etonné, il refuse de leur accorder aucun rôle dans la fermentation butyrique ! Pourquoi ?

Tout simplement parce que ceux-ci n'ont aucun caractère qui les rapproche des ferments déjà connus : ils sont animés de mouvements ondulatoires, au lieu que les véritables ferments sont immobiles ; ils sont allongés, en bâtonnets, au lieu que les levures sont toujours de forme globuleuse !

Et cette hésitation de Pasteur ne fut pas celle d'un moment. Ecoutez Pasteur :

« J'étais bien éloigné, dit-il, de m'attendre à un pareil résultat, à tel point, que pendant longtemps j'ai cru devoir appliquer mes efforts à écarter l'apparition de ces petits animaux, par la crainte où j'étais, qu'ils ne se nourrissent du ferment végétal que je supposais être le ferment butyrique, et que je cherchais à découvrir dans les milieux liquides que j'employais. Mais n'arrivant pas à saisir la cause de l'origine de l'acide butyrique, je finis par être frappé de la coïncidence que mes analyses me montraient inévitable entre cet acide et les infusoires, et réciproquement entre ces infusoires et la production de cet acide... Il faut les considérer comme le véritable ferment butyrique. »

Les idées de l'époque, idées que Pasteur avait adoptées, attribuaient aux levures une nature végétale. Schwann n'avait-il pas écrit qu'il considérait la levure comme un germe *végétal* (c'est sa propre expression), parce qu'elle est sensible à l'arsenic qui tue les végétaux, et non comme un germe animal, parce qu'elle ré-

siste à la noix vomique, laquelle tue les animaux ? Or, les corps qu'on trouvait dans la fermentation butyrique étaient mobiles : donc c'étaient des animaux ; donc ce n'était pas le ferment cherché, lequel devait être *a priori* un être végétal, c'est-à-dire un corps *immobile*.

Chose curieuse, et qui aurait dû préserver Pasteur de son erreur, c'est que ces vibrions avaient déjà été remarqués par Ehrenberg et Dujardin dans les infusions en 1841 (1).

Cette même hésitation, nous la retrouvons chez Pasteur quand il lui faut se prononcer définitivement sur la nature intime de la fermentation en général. Pasteur n'affirme pas le caractère purement vital de la fermentation. Même, dans son mémoire de la fermentation alcoolique, si longuement développé, il semble considérer le phénomène de la fermentation d'une part, et le développement des levures d'autre part, comme deux choses différentes : il parle de la fermentation comme on parlerait de la respiration. Or, la respiration n'existe pas plus sans les cellules pulmonaires, que la fermentation sans les cellules de levure. Ainsi il dit : « *L'acte chimique de la fermentation est essentiellement un phénomène corrélatif d'un acte vital.* » Et plus loin : « *Dira-t-on que la levure se nourrit de sucre pour le rendre ensuite sous forme d'alcool et d'acide carbonique ?... Dira-t-on, au contraire, que la levure produit en se développant une matière telle que la pepsine, qui agit sur le sucre et disparaît aussitôt épuisée ? Je n'ai rien*

(1) Dujardin. *Histoire nat. des infusoires*.

à répondre au sujet de ces hypothèses. Je ne les admetts, ni ne les repousse. »

Pourquoi ces réticences ? Pourquoi cette incertitude ? Dans ce mémoire, Pasteur compare les cellules de levure aux cellules de la glande mammaire : « *Les globules de levure auraient pour fonction la transformation du sucre à peu près comme les cellules de la glande mammaire transforment les éléments du sang dans les divers matériaux du lait.* » Or, il nous semble que l'état des connaissances sur la fermentation ne permettait pas une telle comparaison, qui, au fond, constitue une erreur. La fermentation n'est pas une fonction surajoutée à la vie des levures, comme la sécrétion du lait aux cellules mammaires. C'est leur vie elle-même.

En 1864, le professeur Béchamp avait si bien compris cette distinction, à nos yeux capitale, qu'il définit ainsi la fermentation : « *Pour moi, dit-il, la fermentation alcoolique et les autres fermentations par ferments organisés ne sont pas des fermentations proprement dites : Ce sont des actes de nutrition, c'est-à-dire de digestion, d'assimilation, de respiration, de désassimilation. La levure transforme d'abord hors d'elle-même le sucre de canne en glucose par le moyen d'un produit qu'elle contient tout formé dans son organisme et que je nomme zymase : c'est la digestion. Elle absorbe ensuite le glucose et s'en nourrit. Elle assimile, se multiplie, s'accroît et désassimile ; elle assimile ; c'est-à-dire qu'une portion de la matière fermentescible modifiée fait momentanément ou définitivement partie de son être et sert à son accroissement et à sa vie. Elle désassimile, c'est à-*

dire qu'elle rejette au dehors les parties usées de ses tissus sous la forme des composés qui sont les produits de la fermentation » (1).

Voilà, exposée en termes qui n'ont rien d'ambigu, la théorie de la fermentation considérée comme phénomène de nutrition. Peut-on insinuer que cette théorie n'a qu'un intérêt « philosophique » ?

Cela ne semble guère possible, quoi qu'en pense Duclaux. A l'époque où le professeur Béchamp exposait ce qu'on vient de lire. Pasteur considérait la fermentation comme un phénomène corrélatif d'un acte vital, Béchamp affirme que la fermentation est l'acte vital tout entier.

Un peu plus tard, Pasteur faisait encore quelques restrictions sur la nature essentielle de la fermentation : *« Ce qui sépare les phénomènes chimiques des fermentations d'une foule d'autres, dit-il, et particulièrement des actes de la vie commune, c'est le fait de la décomposition d'un poids de matière fermentescible bien supérieur au poids du ferment en action »* (2). De son côté, Duclaux écrivait à la même époque (3) en reproduisant les idées de son maître : *« Il est bien difficile de croire que dans une fermentation alcoolique, le sucre a fait, à une époque quelconque, partie des matériaux de la levure, et que l'alcool est quelque chose comme un produit d'excrétion »*. Ainsi, l'élève de Pasteur niait pure-

(1) Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 4 avril 1864, page 602.

(2) Comptes rendus, Acad. des Sc., 1872, p. 785.

(3) Annales Scientifiques de l'Ecole n. sup., t. II, p. 249.

ment et simplement la théorie de la fermentation formulée par le professeur Béchamp.

A cette insinuation, le professeur Béchamp répondait :

« On se demande si les composés qui constituent les produits de la fermentation viennent du sucre ou de la levure. Ils doivent forcément venir tous de la levure, de même que l'urée et les autres produits que nous expulsions viennent toujours de nous, c'est-à-dire des matériaux qui ont d'abord composé notre organisme, quel qu'ait été le genre d'alimentation précédent ou l'état d'inanition actuel. De même que le sucre vient du foie et non des aliments directement, de même l'alcool vient de la levure ».

Et comme preuve à l'appui de cette magistrale interprétation, le professeur Béchamp démontre expérimentalement que la levure, bien qu'elle ne contienne pas de glucose, peut néanmoins fournir de l'alcool. Donc *« cet alcool vient des matériaux des tissus qui composent cette levure ; donc le sucre n'est pas directement nécessaire à la formation de l'alcool puisque la levure en produit sans glucose, de même qu'un animal rendu carnivore d'herbivore qu'il était ne forme pas moins du sucre dans son organisme ».*

C'est le professeur Béchamp qui a aussi établi péremptoirement la relation entre le ferment figuré et le ferment soluble.

Quoi qu'il en soit, il reste donc bien établi que, lorsque Pasteur eût « débrouillé toutes les obscurités qui

planaient sur la question des fermentations », il aboutit à dire ce que d'autres avaient dit avant lui.

Mais comme on voulait faire de Pasteur une gloire nationale, un symbole de la science française, il fallait à tout prix, on le conçoit, rabaisser, obscurcir, éliminer même tous ceux qui, de près ou de loin avaient touché aux questions qu'il lui plut d'aborder. Cette admiration exclusive tourna même au délire ; et Pasteur fut désormais considéré à peu près comme un Christ de la Science nouvelle.

Cependant, au sein de ce concert dithyrambique d'éloges et de glorifications, quelques voix, dont l'autorité est chose acquise, se sont déjà élevées pour protester.

C'est ainsi que le professeur Grasset, de Montpellier, dans un discours prononcé à Lille en 1899, s'exprime ainsi : « *Dans la démonstration de la loi, la fermentation est toujours fonction d'un être vivant. Pasteur a été, sinon précédé, du moins accompagné par un de mes premiers maîtres, le professeur Béchamp, aux travaux duquel on n'a pas suffisamment rendu justice.* »

Nous avons cité dans ce trop court travail les noms de ceux qui ont consacré leurs efforts à la solution du problème des fermentations et dont quelques-uns ont joué un rôle prépondérant dans cette question. A l'Histoire il appartient de les préserver d'un oubli qui les menace et de leur rendre l'hommage auquel ils ont droit.

CONCLUSIONS

En résumé, nous pouvons conclure qu'au point de vue des fermentations, il s'est passé pour les découvertes de Pasteur ce qui, en général, advient pour toutes les grandes innovations. Elles ont été l'œuvre d'une époque plutôt que l'œuvre d'un homme. Et quand je dis l'œuvre d'une époque, je devrais dire l'œuvre de plusieurs époques.

C'est qu'en effet le problème de la fermentation, avant de nous arriver tel que nous le concevons aujourd'hui, avait passé par plusieurs phases.

1° Dans une première phase pleine d'incertitudes et d'obscurités, on ne voit guère dans la fermentation que *matière à philosopher*. Ça et là, quelques lueurs jettent au milieu du chaos des dissertations abstraites et diffuses une note qui semble discordante et dont l'écho est vite étouffé.

2° Puis la philosophie ayant épuisé toutes les ressources de sa rhétorique et de son mysticisme, le problème entre

dans une deuxième phase. C'est une période de réaction ; la méthode expérimentale, qui vient de naître, arrive comme un Messie et promet de déchiffrer toutes les énigmes du problème. A la métaphysique elle substitue la *chimie*. Elle s'inaugure alors par les belles expériences de Lavoisier, devant lesquelles le monde reste un moment étonné.

Mais on oublie que la vérité scientifique ne s'élabore que lentement. La nouvelle méthode veut trop expliquer et trop vite. Et son ambition contribue à sa faillite. En vain, ses apôtres, les Gay-Lussac et les Thénard, s'acharnent-ils à étayer leur doctrine sur des bases solides. Ils sentent que la chimie seule est insuffisante à soutenir le poids d'un pareil édifice. Alors, pour un moment, l'imagination reprend ses droits avec Berzelius et Liebig.

3° Mais, convaincus que les bases jetées par Lavoisier et ses disciples étaient bonnes et que leur seul défaut était leur insuffisance, Schwann et Cagniard-Latour les fortifient et les complètent. Nous entrons avec eux dans une troisième phase : aux données chimiques du problème, on surajoute un élément *physiologique, vital*. Dès lors, l'édifice des sceptiques s'effondre, et la science de la fermentation n'a plus, dès lors, qu'à se préciser et à développer quelques points de détail pour rester à jamais maîtresse du problème.

Ainsi, la théorie définitive de la fermentation avait été donnée bien avant la publication retentissante du mémoire de Pasteur sur la fermentation lactique ; mais, comme à cette époque, à côté des explications fournies par des savants tels que : Lavoisier, Thénard, Cagniard-

Latour et Schwann, les idées embrouillées de raisonneurs tels que Liebig cherchaient et parvenaient effectivement à hypnotiser les esprits, Pasteur eut le mérite de jeter le cri d'alarme et de ramener la science dans la voie plus sûre où Cagniard-Latour et Schwann n'avaient pas réussi à la maintenir. Il n'a pas découvert la solution du problème de la fermentation comme on l'a prétendu ; il a même eu de fréquentes hésitations au cours de ses recherches. Mais ses hésitations même l'ont contraint à multiplier ses expériences, et ce n'est qu'à force d'observations précises qu'il a pu, avec la collaboration d'ailleurs de ses contemporains, lever définitivement le voile dont on couvrait si obstinément le problème des fermentations. S'il n'a pas inventé, il a précisé et perfectionné.

Il a surtout perfectionné une méthode bien chère aux biologistes d'aujourd'hui, la méthode expérimentale. Il savait que cette méthode est aussi fragile qu'elle est précieuse, et que l'expérience la mieux conduite est toujours menacée du doute. C'est sans doute pour cela qu'il contrôlait avec tant de scrupule les moindres détails de ses observations.

Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que dans le domaine physiologique surtout, c'est le propre des vérités scientifiques d'être tour à tour vraies et fausses. Le progrès de la science n'est fait que de jugements sans cesse révisés, et comme il faut croire à ce progrès, on est en droit, du moins, de n'accepter qu'avec une confiance limitée, les formes qu'il revêt successivement. Pasteur pensait sans doute de même, puisqu'il regardait chacune

des découvertes de la science comme un rêve, différent de l'illusion en ce que c'est un rêve qui est fécond et qui aboutit.

Vu : LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
DÉJERINE.

VU : LE DOYEN,
DEBOVE.

Vu et permis d'imprimer :

LE VICE-RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS
L. LIARD.

BIBLIOGRAPHIE

- BÈCHAMP. — Sur le fermentation par les ferments organisés lu à l'institut le 4 avril 1864. Estor : Exposé de la théorie physiologique de la fermentation d'après les travaux de Béchamp. *Montpellier médical*, 1865.
- BERZÉLIUS. — Action de contact et force catalytique. *Ann. de chir. et phy.* t. LXI 1836. Traité de chimie. T. VI, 1829.
- BOUTROY ET FRÉMY. — Recherches sur la fermentation lactique. *In. Ann. de Phy. et ch.* t. II, 3^e série.
- GAGNIARD-LATOUR. — Mémoire sur la fermentation vineuse. *In ann. Phys. et ch.* t. LXVIII, 1838.
- CHEVREUL. — *Dictionnaire des sciences naturelles*, Strasbourg 1820.
- COLIN. — Mémoire sur la fermentation vineuse. *In. Ann. de phys. et chir.* 2^e série, t. XXVIII, 1825.
- DESMAZIÈRES. — *Annales des sciences naturelles*, 1^{re} série, t. X.
- DUCLAUX. — Histoire d'un Esprit.
- DUFUNFRAUT. — Sur une propriété analytique des fermentations alcoolique et lactique. *In Ann. de ch. et phys.* 3^e série, t. XXI.
- DUJARDIN. — Histoire naturelle des infusoires.
- DUMAS. — Sur la fermentation alcoolique. *In Ann. de phys. et ch.*, t. III, 1874.
- Traité de chimie appliquée aux arts, t. VI, 1863.
- DUMAS ET BOULAY. — *Annales de chimie et de phys.*, t. XXXVII, 1828.

- FABRONI. — Mémoire sur les fermentations vineuse, putride et acéteuse. In *annales de chimie*, t. XXXI, 1799.
- FIGUIER L. — L'alchimie et les alchimistes.
— Vie des savants illustres du xvii^e siècle, 1869.
- GAY-LUSSAC. — Mémoire sur la fermentation. In *Annales de chimie*. T. LXXVI. 1810.
- P. JACQUEMART. — *Annales de physique et chimie*. 3^e série, t. VII.
- DE JANNEL DE VAURÉAL. — Essai sur l'histoire des fermentations. *Thèse de doctorat*. Paris, 1864.
- KUTZING. — Répertoire de chimie, 1838.
- LAVOISIER. — Mémoire sur la fermentation spiritueuse. *Œuvres*, t. I.
- Traité élémentaire de chimie, t. II, 1793.
- LIEBIG. — Sur les phénomènes de fermentation et de putréfaction. In *Annales de Physique et de Chimie*, t. LXXXI.
- MONOYER. — Des fermentations. *Thèse de Strasbourg*, 1862.
- PELOUZE et GÉLIS. — Fermentation lactique. In *Ann. de phys. et chir.*, t. X, 1844.
- Fermentation butrique. In *Ann. de Phys. et chir.*, 3^e série, t. X.
- PERSOON. — *Annales des sciences naturelles*, 1^{re} série, t. XIV et XIX, 1825.
- *Mycologia europœa*, t. I, p. 96.
- PASTEUR. — Etudes sur la bière, 1876.
- Mémoire sur la fermentation acétique. In *Annales de l'Ecole normale supérieure*, 1864.
- Mémoire sur la fermentation lactique. In *Ann. de chim. et phys.*, 3^e série, t. LII.
- Mémoire sur la fermentation alcoolique. In *Annales de phys. et ch.*, 3^e série, t. LVIII.
- Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. XLII, XLVI, XLVII, LII, LIV, LV.
- SAUSSURE (DE). — Recherche sur la végétation, p. 143, 1804.

SCHUTZENBERGER. — In Dict. de chimie pure et appliquée de Würtz. Paris, 1871.

THÉNARD. — Mémoire sur la fermentation vineuse. In *Ann. de chimie*, t. XLVI, 1803.

— Traité de chimie, 6^e édition, t. V.

TURPIN. — Cause et effet de la fermentation vineuse et acéteuse. In *Comptes rendus*, t. VII.

